

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-038932

(43)Date of publication of application : 12.02.2003

(51)Int.Cl.

B01D 53/32
A61L 9/00
A61L 9/22
B01D 53/86
B01J 19/08
B01J 23/34
F24F 7/00
H05H 1/24

(21)Application number : 2002-030876

(71)Applicant : DAIKIN IND LTD

(22)Date of filing : 07.02.2002

(72)Inventor : TANAKA TOSHIO
MOGI KANJI
KAGAWA KENKICHI
OKUBO RIICHI

(30)Priority

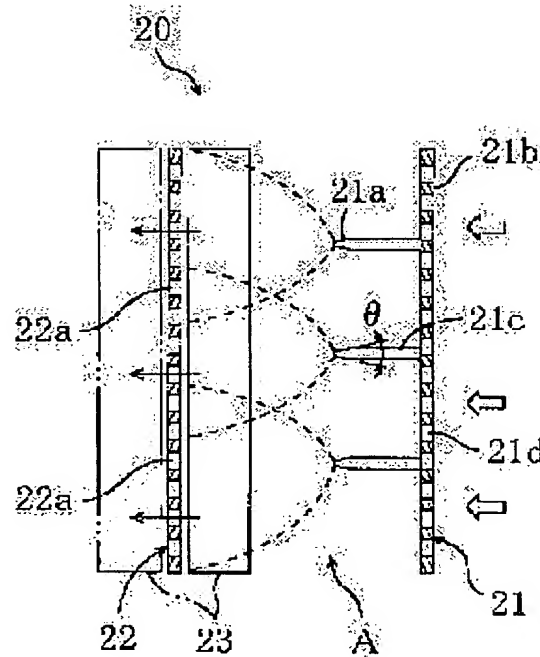
Priority number : 2001150615 Priority date : 21.05.2001 Priority country : JP

(54) PLASMA REACTOR AND AIR CLEANER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To generate streamer discharge over a wide range and to widen a plasma generating region while suppressing such a problem that a constitution of a plasma reactor (20) becomes complicate or the cost of the reactor becomes high.

SOLUTION: In the plasma reactor (20) in which an acicular first electrode (21) and a flat second electrode (22) are placed oppositely to each other in an almost perpendicular state, an end part (21a) at the second electrode (22) side of the first electrode (21) is formed as a tip end part, and its tip end angle (θ) is set to $\geq 30^\circ$ and $\leq 90^\circ$, preferably $\geq 60^\circ$ and $\leq 90^\circ$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Have the following and the 1st electrode (21) and the 2nd electrode (22) are arranged in circulation space of a processed fluid. Two electrodes (21 22) It is the plasma reactor constituted so that a processed fluid might be processed by generating streamer discharge in between. The 1st electrode (21) An edge by the side of the 2nd electrode (21a) A plasma reactor with which it is formed as the tip section and the tip angle (theta) is characterized by 30-degree or more being 90 degrees or less. The 1st needlelike electrode (21) The 2nd electrode of the shape of a field which countered the 1st electrode (21) in the condition of carrying out an abbreviation rectangular cross, and has been arranged (22) Two electrodes (21 22) A power supply means connected so that discharge voltage might be impressed (24)

[Claim 2] A plasma reactor according to claim 1 with which a tip angle (theta) of the 1st electrode (21) is characterized by 60-degree or more being 90 degrees or less.

[Claim 3] A plasma reactor according to claim 2 characterized by a tip angle (theta) of the 1st electrode (21) being 60 degrees substantially.

[Claim 4] A plasma reactor according to claim 2 characterized by a tip angle (theta) of the 1st electrode (21) being 80 degrees substantially.

[Claim 5] A plasma reactor of any 1 publication of claims 1-4 characterized by forming a tip of the 1st electrode (21) in the shape of the spherical surface.

[Claim 6] A plasma reactor of any 1 publication of claims 1-5 with which the needlelike effective length (L) of the 1st electrode (21) is characterized by 4mm or more being 30mm or less.

[Claim 7] A plasma reactor of any 1 publication of claims 1-6 with which radius of curvature (R) at the tip of the 1st electrode (21) is characterized by 0.1mm or more being 0.7mm or less.

[Claim 8] A plasma reactor of any 1 publication of claims 1-7 with which the needlelike effective length (L) of the 1st electrode (21) and a ratio (L/G) with inter-electrode distance (G) are characterized by or more 0.2 being 1.5 or less.

[Claim 9] A plasma reactor of any 1 publication of claims 1-8 with which the needlelike effective length (L) and a ratio with a diameter (D) (ratio of length to diameter) of the 1st electrode (21) are characterized by or more 2 being 15 or less.

[Claim 10] A plasma reactor of any 1 publication of claims 1-9 with which radius of curvature (R) at the tip of the 1st electrode (21) and a ratio (R/G) with inter-electrode distance (G) are characterized by or more 0.005 being 0.035 or less.

[Claim 11] A plasma reactor of any 1 publication of claims 1-10 with which a ratio (R/D) of radius of curvature (R) at the tip of the 1st electrode (21) and a diameter (D) of this 1st electrode (21) is characterized by or more 0.05 being 0.35 or less.

[Claim 12] A plasma reactor of any 1 publication of claims 1-11 characterized by relation between the needlelike effective length (L) of the 1st electrode (21), and inter-electrode distance (G) and a tip angle (theta) of the 1st electrode (21) filling 1.2 or less degree type or more $\theta = 0.25 L/G$.

[Claim 13] relation between the needlelike effective length (L) of the 1st electrode (21), and a tip angle (theta) of the 1st electrode (21) -- a degree type -- a plasma reactor of any 1 publication of claims 1-12 characterized by filling less than [more than $L/\theta = 5/24$].

[Claim 14] Opening to which a processed fluid circulates [the 2nd electrode (22)] (22a) A plasma reactor of any 1 publication of claims 1-13 characterized by having.

[Claim 15] A plasma reactor of any 1 publication of claims 1-14 characterized by having a processing member (23) for processing a processed fluid, and arranging this processing member (23) between the 1st electrode (21) and the 2nd electrode (22) or at its downstream.

[Claim 16] A plasma reactor according to claim 15 with which a processing member (23) is characterized by being arranged near this 2nd electrode (22) between the 1st electrode (21) and the 2nd electrode (22).

[Claim 17] A plasma reactor according to claim 15 or 16 characterized by having catalyst material with which a processing member (23) promotes processing to a processed fluid.

[Claim 18] A plasma reactor according to claim 17 with which catalyst material is characterized by including at least one sort in Pt, Pd, nickel, Ir, Rh, Co, Os, Ru, Fe, Re, Tc, Mn, Au, Ag, Cu, W, Mo, and Cr.

[Claim 19] A plasma reactor according to claim 17 characterized by a manganese system catalyst containing below 60 mass % more than 10 mass % among catalyst material.

[Claim 20] A plasma reactor according to claim 19 characterized by a manganese system catalyst containing below 40 mass % more than 30 mass % among catalyst material.

[Claim 21] A plasma reactor according to claim 17 with which a processing member (23) is characterized by containing mixture or a multiple oxide of a manganic acid ghost, and iron, a cerium, europium, a lanthanum and at least one sort of oxides of the copper as catalyst material.

[Claim 22] A plasma reactor according to claim 21 with which a presentation ratio of a manganic acid ghost in catalyst material is characterized by being 50% or less 20% or more.

[Claim 23] A plasma reactor according to claim 21 or 22 characterized by a processing member (23) containing two or more kinds of manganic acid ghosts from which the oxidation number differs as catalyst material.

[Claim 24] A plasma reactor of any 1 publication of claims 15-23 characterized by a processing member (23) containing an adsorbent which adsorbs a processed component contained in a processed fluid.

[Claim 25] A plasma reactor according to claim 24 with which an adsorbent is characterized by being at least one sort in porous ceramics, activated carbon, activated carbon fiber, a zeolite, mordenite, a ferrierite, and Silicalite.

[Claim 26] A plasma reactor (20) and this plasma reactor (20) of any 1 publication of claims 1-25 are equipped with casing (10) contained inside, processed air is introduced in the above-mentioned casing (10), and it is a discharge means (21 22). An air cleaner characterized by being constituted so that an odor component or an injurious ingredient in this processed air may be processed by passing a discharge field (A).

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the technology for generating the low-temperature plasma by discharge in a large field especially about the plasma reactor which generates the low-temperature plasma by streamer discharge, and performs gassing, such as air cleaning, and the air cleaner using this plasma reactor.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, the plasma reactor using the low-temperature plasma is used for the air cleaner and gas treatment equipment which decompose and carry out defanging or non-bromination of the injurious ingredient contained in air, exhaust gas, etc., or the odor component in an operation of the active species generated by the plasma. For example, the equipment which arranges mostly two or more needlelike electrodes as a discharge electrode at a right angle to the field-like electrode as a counterelectrode, causes streamer discharge between a discharge electrode and a counterelectrode, generates the plasma, introduces processed gas into the discharge field, and performs gassing to JP,8-155249,A and JP,9-869,A is indicated.

[0003] If streamer discharge is caused with this configuration, the space of the shape of a thin pillar between each discharge electrode and a counterelectrode will serve as a discharge field. Although a discharge field is formed about each discharge electrode, it is a field where each is comparatively narrow. For this reason, with the equipment indicated by the above-mentioned official report, it is made to make a plasma production field large, stopping that a crevice is made among two or more discharge fields formed between each discharge electrode and a counterelectrode by arranging a discharge electrode densely in a single tier or two or more trains.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, with the above-mentioned configuration, in order to have to arrange many discharge electrodes densely, a configuration will become complicated.

[0005] On the other hand, if the discharge field about each discharge electrode can be made large, even if it reduces the number of a discharge electrode, it will become possible to extend a plasma production field. For example, if the build up time of a pulse is as short as 100 or less ns degree and pulse width impresses the steep pulse height voltage which is a degree between two electrodes 1 or less microsecond, a comparatively large range can be plasma-ized.

[0006] Since there being little control of discharge by the space charge effect since discharge becoming easy to break out in all locations if high voltage which is kept very much in a spark in the usual discharge being impressed momentarily, and ** applied voltage are made high since the impression time amount of ** voltage is short, and ** voltage standup are steep as this reason, and ** build up time are short, it can mention that uniform discharge tends to break out etc.

[0007] However, if the pulse power supply which supplies steep pulse height voltage with pulse width narrow in this way is used, equipment will become large-scale and cost will also become high. Moreover, since discharge produces only the time amount for very short pulse width,

between the generate times of the plasma will become short, and the processing effectiveness of gas etc. will fall.

[0008] The place which this invention is originated in view of such a trouble, and is made into the purpose is making it possible to extend the plasma production field by streamer discharge, stopping that the configuration of a plasma reactor becomes complicated or cost becomes high.

[0009]

[Means for Solving the Problem] This invention specifies a tip configuration of a needlelike electrode (21) in a plasma reactor (20) which generates low-temperature plasma by streamer discharge between a needlelike electrode (21) and a field-like electrode (22), and processes processed gas.

[0010] Concretely the 1st solution means which this invention devised The 1st needlelike electrode (21) and the 2nd electrode of the shape of a field which countered the 1st electrode (21) in the condition of carrying out an abbreviation rectangular cross, and has been arranged (22), Two electrodes (21 22) It has a power supply means (24) connected so that discharge voltage might be impressed. The 1st electrode (21) and the 2nd electrode (22) are arranged in circulation space of a processed fluid, and they are two electrodes (21 22). It is premised on a plasma reactor (20) constituted so that a processed fluid might be processed by generating streamer discharge in between. And this plasma reactor (20) is an edge (21a) by the side of the 2nd electrode in the 1st electrode (21). It is formed as the tip section and that tip angle (theta) is characterized by 30-degree or more being 90 degrees or less. In addition, in this configuration, the "tip section" does not need to mean a taper-like configuration (the shape of the shape of a cone or a pyramid etc. is included) where a path becomes thin, so that it goes at a tip, and a tip of this tip section does not necessarily need to be sharply sharp.

[0011] In this 1st solution means, if discharge voltage is impressed to the 1st electrode (21) and the 2nd electrode (22) from a power supply means (24), streamer discharge will occur. Streamer discharge is formed as a plasma pillar accompanied by luminescence, when a minute arc continues from a tip of the 1st electrode (21) even to the 2nd electrode (22), and a minute arc stands in a row and progresses between the 1st electrode (21) and the 2nd electrode (21) in a place where a gap of the equipotential surface is narrow. And since a tip angle (theta) of the 1st electrode (21) is specified as the above-mentioned angle range, a minute arc becomes easy to progress with breadth broadly, and streamer discharge is wide range and arises. That is, streamer discharge in this case is generated in a field which spread in the shape of the flare toward the 2nd electrode (22) from the 1st electrode (21).

[0012] Moreover, in a plasma reactor (20) which the 2nd solution means which this invention devised requires for a solution means of the above 1st, a tip angle (theta) of the 1st electrode (21) is characterized by 60-degree or more being 90 degrees or less.

[0013] Thus, if a tip angle (theta) of the 1st electrode (21) is made into 60 degrees or more 90 degrees or less, it will further become easy to generate streamer discharge.

[0014] Moreover, the 3rd solution means which this invention devised is characterized by a tip angle (theta) of the 1st electrode (21) being 60 degrees substantially in a plasma reactor (20) concerning a solution means of the above 2nd.

[0015] Thus, when manufacture precision of radius of curvature (R) at the tip of the 1st electrode (21) is securable even if manufacture precision of the needlelike effective length (L) of the 1st electrode (21) is bad if a tip angle (theta) of the 1st electrode (21) is substantially made into 60 degrees, a streamer will occur stably.

[0016] Moreover, the 4th solution means which this invention devised is characterized by a tip angle (theta) of the 1st electrode (21) being 80 degrees substantially in a plasma reactor (20) concerning a solution means of the above 2nd.

[0017] Thus, when manufacture precision of the needlelike effective length (L) of the 1st electrode (21) is securable even if manufacture precision of radius of curvature (R) at the tip of the 1st electrode (21) is bad if a tip angle (theta) of the 1st electrode (21) is substantially made into 80 degrees, a streamer will occur stably.

[0018] Moreover, the 5th solution means which this invention devised is characterized by forming a tip of the 1st electrode (21) in the shape of the spherical surface in a plasma reactor (20)

concerning the 4th solution means of any 1 from the above 1st. That is, in a plasma reactor (20) of this solution means, it is considering as a configuration where a small radius of circle was given at a tip of the 1st electrode (21).

[0019] With this 5th solution means, by having made a tip of the 1st electrode (21) into the shape of the spherical surface, a minute arc breadth—comes to be easy further, consequently discharge plasma will be more wide range and will arise.

[0020] Moreover, purification engine performance with a solution means of the 6th to ** a 13th high by size of a tip portion of the 1st electrode (21), length, and not becoming glow discharge according to [set radius of curvature at a tip etc. as a specific range further, and] this, but generating of moreover a spark being suppressed, and streamer discharge occurring stably, and using this for an air cleaner continues at a long period of time, and it is demonstrated.

[0021] That is, in a plasma reactor (20) which the 6th solution means which this invention devised requires for the 5th solution means of any 1 from the above 1st, the needlelike effective length (L) of the 1st electrode (21) is characterized by 4mm or more being 30mm or less.

[0022] Moreover, in a plasma reactor (20) which the 7th solution means which this invention devised requires for the 6th solution means of any 1 from the above 1st, radius of curvature (R) at the tip of the 1st electrode (21) is characterized by 0.1mm or more being 0.7mm or less.

[0023] Moreover, in a plasma reactor (20) which the 8th solution means which this invention devised requires for the 7th solution means of any 1 from the above 1st, the needlelike effective length (L) of the 1st electrode (21) and a ratio (L/G) with inter-electrode distance (G) are characterized by or more 0.2 being 1.5 or less. In this configuration in addition, with "inter-electrode distance (G)" When a processing member (23) said to claim 15 is arranged between the 1st electrode (21) and the 2nd electrode (22) When distance of the 1st electrode (21) tip and a processing member (23) is meant and there is no above-mentioned processing member (23), distance of the 1st electrode (21) tip and the 2nd electrode (22) shall be meant. This is the same also in the following solution means and operation gestalten.

[0024] Moreover, in a plasma reactor (20) which the 9th solution means which this invention devised requires for the 8th solution means of any 1 from the above 1st, the needlelike effective length (L) and a ratio with a diameter (D) (ratio of length to diameter) of the 1st electrode (21) are characterized by or more 2 being 15 or less.

[0025] Moreover, in a plasma reactor (20) which the 10th solution means which this invention devised requires for the 9th solution means of any 1 from the above 1st, radius of curvature (R) at the tip of the 1st electrode (21) and a ratio (R/G) with inter-electrode distance (G) are characterized by or more 0.005 being 0.035 or less.

[0026] Moreover, in a plasma reactor (20) which the 11th solution means which this invention devised requires for the 10th solution means of any 1 from the above 1st, a ratio (R/D) of radius of curvature (R) at the tip of the 1st electrode (21) and a diameter (D) of this 1st electrode (21) is characterized by or more 0.05 being 0.35 or less.

[0027] Moreover, the 12th solution means which this invention devised is characterized by relation between the needlelike effective length (L) of the 1st electrode (21), and inter-electrode distance (G) and a tip angle (theta) of the 1st electrode (21) filling 1.2 or less degree type or more $\theta = 0.25 L/G$ in a plasma reactor (20) concerning the 11th solution means of any 1 from the above 1st.

[0028] moreover, a plasma reactor (20) which the 13th solution means which this invention devised requires for the 12th solution means of any 1 from the above 1st — setting — relation between the needlelike effective length (L) of the 1st electrode (21), and a tip angle (theta) of the 1st electrode (21) — a degree type — it is characterized by filling less than [more than $L/\theta = 5.24$].

[0029] Moreover, the 14th solution means which this invention devised is opening (22a) to which a processed fluid circulates [the 2nd electrode (22)] in a plasma reactor (20) applied to the 13th solution means of any 1 from the above 1st. It is characterized by having.

[0030] Setting for this 14th solution means, a processed fluid is a discharge field (A) between the 1st electrode (21) and the 2nd electrode (22). When flowing, it is opening (22a) of the 2nd electrode (22). It passes. Moreover, it is opening (22a) of the 2nd electrode (22) whose

processed fluid is the portion into which plasma spread most since a generation field of plasma spreads out in the shape of the flare toward the 2nd electrode (22) side. It passes.

[0031] Moreover, the 15th solution means which this invention devised is equipped with a processing member (23) for processing a processed fluid in a plasma reactor (20) concerning the 14th solution means of any 1 from the above 1st, and this processing member (23) is characterized by being arranged between the 1st electrode (21) and the 2nd electrode (22) or at its downstream. discharge field (A) by which a processing member (23) is formed between the 1st electrode (21) and the 2nd electrode (22) in this configuration from -- if that location is the range where plasma acts even if it makes it arrangement left a little, an effect by this processing member (23) can be acquired.

[0032] It sets for this 15th solution means, and a processing member (23) is a discharge field (A). Since it is arranged at inside or its downstream, a processed fluid is a discharge field (A). In case it passes, it will pass also along a location of this processing member (23). Therefore, processing of a processed fluid is ensured.

[0033] Moreover, the 16th solution means which this invention devised is characterized by arranging a processing member (23) near this 2nd electrode (22) between the 1st electrode (21) and the 2nd electrode (22) in a plasma reactor (20) concerning a solution means of the above 15th.

[0034] In this 16th solution means, a processing member (23) is arranged at a portion to which a plasma production field became the largest. Therefore, in case a processed fluid passes through this large field, it passes a processing member (23), receiving an operation of plasma.

[0035] Moreover, the 17th solution means which this invention devised is characterized by having catalyst material with which a processing member (23) promotes processing to a processed fluid in the above 15th or the 16th solution means.

[0036] Since he is trying to include catalyst material in a processing member (23) in this 17th solution means, a processed fluid is a discharge field (A). It will set and, in addition to an operation by plasma, an operation by catalyst will also be received.

[0037] Moreover, the 18th solution means which this invention devised is set to a plasma reactor (20) concerning a solution means of the above 17th. Catalyst material Pt (platinum), Pd (palladium), nickel (nickel), Ir (iridium), Rh (rhodium), Co (cobalt), Os (osmium), It is characterized by including at least one sort in Ru (ruthenium), Fe (iron), Re (rhenium), Tc (technetium), Mn (manganese), Au (gold), Ag (silver), Cu (copper), W (tungsten), Mo (molybdenum), and Cr (chromium). In addition, Fe and Mn are begun among these and some material is good to make it contain with a gestalt of oxides (for example, Fe_2O_3 , MnO_2 , etc.).

[0038] Catalyst material specified in this 18th solution means excites further various active species (ozone, a hydroxy radical, an excitation oxygen-content child, an excitation nitrogen content child, excitation water molecule, etc.) generated by streamer discharge in case a processed component contained in a processed fluid is decomposed. For this reason, these active species will be in the condition that activity was raised more, and will act on the above-mentioned processed component. Moreover, an operation which adsorbs many active species on the surface of a catalyst with an active state is also committed. Therefore, since a chemical reaction at the time of processing a processed fluid according to these operations is promoted, when a processed fluid is the air containing an injurious ingredient or an odor component, no-odor-izing or defanging is promoted.

[0039] Moreover, the 19th solution means which this invention devised is set to a plasma reactor (20) concerning a solution means of the above 17th. It is characterized by a manganese system catalyst (Mn or Mn oxides (MnO_2 , Mn_2O_3 , etc.)) containing below 60 mass % more than 10 mass % among catalyst material. The 20th solution means which this invention devised is characterized by a manganese system catalyst containing below 40 mass % more than 30 mass % among catalyst material in a plasma reactor (20) concerning a solution means of the above 19th.

[0040] In the above 19th and the 20th solution means, since a content of manganese system catalysts, such as Mn, MnO_2 , or Mn_2O_3 , was specified when a manganese system catalyst was used, processability ability of a plasma reactor (20) is optimized. Conversely, if there are too few contents, such as Mn in a catalyst component, MnO_2 , or Mn_2O_3 , when it says, decomposition

capacity, such as harmful matter, will become inadequate, and if there are too many contents, optimum performance will be obtained to specific surface area of a catalyst becoming conversely small, and engine performance falling.

[0041] Moreover, the 21st solution means which this invention devised is characterized by a processing member (23) containing mixture or a multiple oxide of a manganic acid ghost, and iron, a cerium, europium, a lanthanum and at least one sort of oxide in copper (henceforth a specific oxide) as catalyst material in a plasma reactor (20) concerning a solution means of the above 17th.

[0042] It sets for this 21st solution means, and is a discharge means (21 22). Discharge field formed (A) If a processed fluid passes, a processed fluid will plasma-ize and low-temperature plasma will be generated. By this low-temperature plasma, various active species, such as radicals which are ozone etc., such as others and a hydroxy radical, and an excitation oxygen-content child, an excitation nitrogen content child, an excitation water molecule, occur. These active species of various kinds of react efficiently with an injurious ingredient and an odor component with a high active state according to an operation of the above-mentioned catalyst, and carry out decomposition removal of such material.

[0043] More specifically, Mn oxide contained in a catalyst decomposes into oxygen and active oxygen ozone generated by discharge. This active oxygen oxidizes and decomposes an injurious ingredient and an odor component of a processed fluid into a harmless component or a no odor component. Moreover, various active species including active oxygen obtained by decomposition of ozone, such as radicals, such as a hydroxy radical generated by low-temperature plasma, and an excitation oxygen-content child (active oxygen), an excitation nitrogen content child, an excitation water molecule, are adsorbed by the surface of the above-mentioned specific oxide and an interface of Mn oxide and a specific oxide which are included in a catalyst means (23) with a radical or an excitation state. For this reason, on the surface of a catalyst, active species with high activity will exist mostly as an active group, and an injurious ingredient and an odor component in a processed fluid are decomposed into a high speed.

[0044] Moreover, in a plasma reactor (20) which the 22nd solution means which this invention devised requires for a solution means of the above 21st, a presentation ratio of a manganic acid ghost in catalyst material is characterized by being 50% or less 20% or more. In this case, since the above-mentioned specific oxide occupies the remainder of Mn oxide in catalyst material, that presentation ratio becomes 50% or more 80% or less.

[0045] In this 22nd solution means, among catalyst material, since a presentation ratio of Mn oxide is set up to 50% or less 20% or more, Mn oxide and a specific oxide distribute, it is made detailed and specific surface area of a catalyst increases. Consequently, since an interface of Mn oxide and a specific oxide increases, a catalyst adsorbs more active species and activity improves further.

[0046] Moreover, for the 23rd solution means which this invention devised, it sets to a plasma reactor (20) concerning the above 21st or the 22nd solution means, and a processing member (23) is MnO₂ as catalyst material. It is characterized by including two or more kinds of manganic acid ghosts from which the oxidation numbers, such as Mn 2O₃, differ.

[0047] In this 23rd solution means, since he is trying for a catalyst to contain Mn oxide with which the oxidation number is different, as compared with a case where the number of Mn oxides is one, various active species will be further adsorbed in the case of a processing reaction of a processed fluid, and a reaction can be presented.

[0048] Moreover, the 24th solution means which this invention devised is characterized by a processing member (23) containing an adsorbent which adsorbs a processed component contained in a processed fluid in a plasma reactor (20) applied to the 23rd solution means of any 1 from the above 15th.

[0049] Furthermore, the 25th solution means which this invention devised is characterized by an adsorbent being at least one sort in porous ceramics, activated carbon, activated carbon fiber, a zeolite (aluminosilicate), mordenite, a ferrierite, and Silicalite (silica gel) in a plasma reactor (20) concerning a solution means of the above 24th.

[0050] In the above 24th and the 25th solution means, a processed component contained in a

processed fluid is adsorbed by adsorbent. And disintegration by plasma is performed to a processed component of which an adsorbent was adsorbed in this way. Since a component to which it stuck is decomposed with a catalyst when an adsorbent is also especially included in a processing member (23) in what established a catalyst, resolvability ability is raised.

[0051] Moreover, the 26th solution means which this invention devised is related with an air cleaner using a plasma reactor (20) applied to the 25th solution means of any 1 from the above 1st. This air cleaner (1) This plasma reactor (20) is equipped with casing (10) contained inside, processed air is introduced in this casing (10), and it is the discharge field (A) of a discharge means (21 22). By making it pass, it is characterized by being constituted so that an odor component or an injurious ingredient in this processed air may be processed.

[0052] With this 26th solution means, processed air is purified by processing an odor component or an injurious ingredient in processed air with low-temperature plasma formed in a large range by streamer discharge. Moreover, in a thing using a processing member (23) containing a catalyst or an adsorbent, an operation by catalyst and an operation by adsorbent are also used together, and processing is performed.

[0053]

[Effect of the Invention] A minute arc is a discharge field (A) by having specified the tip angle (θ) of the 1st electrode (21) as the above-mentioned angle range (30 degrees or more 90 degrees or less) according to the solution means of the above 1st. Since it is made easy to progress with breadth broadly in inside, streamer discharge is wide range and arises. And since he is trying to extend the generation field of streamer discharge with the configuration of the 1st electrode (21) in this way, while the pulse power supply which supplies steep pulse height voltage with narrow pulse width is unnecessary and being able to hold down cost, it can also be prevented that equipment is large-scale and becomes complicated. Furthermore, since it is not necessary to use a steep pulse and the high voltage power supply of an alternating current or a direct current can be used, a charging time value can be lengthened as compared with the case where a steep pulse voltage is impressed, and processing effectiveness, such as gas, can also be raised.

[0054] Moreover, according to the solution means of the above 2nd, by making the tip angle (θ) of the 1st electrode (21) into 60 degrees or more 90 degrees or less, since streamer discharge is made further easy to generate, the effect of the solution means of the above 1st can be heightened more.

[0055] Moreover, even if the manufacture precision of the needlelike effective length (L) of the 1st electrode (21) is bad, when the manufacture precision of the radius of curvature (R) at the tip of the 1st electrode (21) is securable by making the tip angle (θ) of the 1st electrode (21) into 60 degrees substantially according to the solution means of the above 3rd, a streamer can be generated stably.

[0056] Moreover, even if the manufacture precision of the radius of curvature (R) at the tip of the 1st electrode (21) is bad, when the manufacture precision of the needlelike effective length (L) of the 1st electrode (21) is securable by making the tip angle (θ) of the 1st electrode (21) into 80 degrees substantially according to the solution means of the above 4th, a streamer can be generated stably.

[0057] Moreover, since according to the solution means of the above 5th streamer discharge is still wide range and arises by having made the tip of the 1st electrode (21) into the shape of the spherical surface, it becomes possible to generate the low-temperature plasma in the larger range.

[0058] Moreover, it is the above-mentioned edge (21a) by having set the needlelike effective length (L) of the 1st electrode (21) to 4mm or more 30mm or less according to the solution means of the above 6th. Electric field concentrate at a tip too much, or the situation not discharging can be avoided and streamer discharge can be stabilized.

[0059] Moreover, according to the solution means of the above 7th, streamer discharge can be stabilized like **** by having set the radius of curvature (R) at the tip of the 1st electrode (21) to 0.1mm or more 0.7mm or less.

[0060] Moreover, according to the solution means of the above 8th, streamer discharge can be

stabilized like the above by having made the needlelike effective length (L) of the 1st electrode (21), and a ratio (L/G) with inter-electrode distance (G) or less [0.2 or more] into 1.5.

[0061] Moreover, it is the same as that of the above that streamer discharge can be stabilized with the solution means of the above 9th by having made the needlelike effective length (L) and the ratio with a diameter (D) (ratio of length to diameter) of the 1st electrode (21) or less [2 or more] into 15.

[0062] Moreover, with the solution means of the above 10th, streamer discharge can be similarly stabilized by having made the radius of curvature (R) at the tip of the 1st electrode (21), and a ratio (R/G) with inter-electrode distance (G) or less [0.005 or more] into 0.035.

[0063] Moreover, with the solution means of the above 11th, streamer discharge can be similarly stabilized by having made the ratio (R/D) of the radius of curvature (R) at the tip of the 1st electrode (21), and the diameter (D) of this 1st electrode (21) or less [0.05 or more] into 0.35.

[0064] Moreover, with the solution means of the above 12th, the streamer discharge stabilized by having made it fill 1.2 or less degree type or more $\theta = 0.25 L/G$ in the relation between the needlelike effective length (L) of the 1st electrode (21), and inter-electrode distance (G) and the tip angle (θ) of the 1st electrode (21) can be obtained.

[0065] moreover -- the solution means of the above 13th -- the relation between the needlelike effective length (L) of the 1st electrode (21), and the tip angle (θ) of the 1st electrode (21) -- a degree type -- streamer discharge can be similarly stabilized by having made it fill less than [more than $L/\theta = 5.24$].

[0066] moreover -- according to the solution means of the above 14th -- a processed fluid -- discharge field (A) between the 1st electrode (21) and the 2nd electrode (22) Opening (22a) of the 2nd electrode (22) with which the discharge plasma becomes the largest while flowing Since it passes, processing of a processed fluid can be ensured.

[0067] Moreover, according to the solution means of the above 15th, it is a discharge field (A). Since a processed fluid passes certainly the processing member (23) arranged at inside or its downstream, processing of a processed fluid is ensured. Therefore, processability ability is raised.

[0068] Moreover, since he is trying to pass a processing member (23) according to the solution means of the above 16th, receiving an operation of the plasma in case a processing member (23) is arranged to the field to which the discharge plasma becomes the largest and a processed fluid passes through this field, the processability ability of equipment is raised.

[0069] Moreover, since the catalyst material which promotes processing of a processed fluid is included in a processing member (23) and he is trying for a processed fluid to receive the disintegration by the plasma, and the disintegration by the catalyst according to the solution means of the above 17th, the processability ability of a reactor (20) is raised.

[0070] Moreover, in case the processed component contained in a processed fluid is processed according to the solution means of the above 18th the various active species (ozone --) which streamer discharge generated [active species] the low-temperature plasma and made it generate Since a hydroxy radical, an excitation oxygen-content child, an excitation nitrogen content child, an excitation water molecule, etc. are further excited with a catalyst, and activity can be raised, or it can adsorb on a catalyst with an active state and a chemical reaction can be promoted, processability ability is raised further.

[0071] Moreover, according to the above 19th and the 20th solution means, since contents, such as Mn, MnO₂, or Mn₂O₃, are specified as the optimal range, the processability ability of a plasma reactor (20) can be raised more.

[0072] Moreover, according to the solution means of the above 21st, in case the various active species generated by the low-temperature plasma process processed fluids, such as air cleaning, it is used effectively, and the chemical reaction in that case can be promoted by leaps and bounds. Therefore, the throughput of a plasma reactor (20) can be heightened now. Moreover, since a throughput is heightened in this way, it also becomes possible to miniaturize a reactor (20).

[0073] Moreover, according to the solution means of the above 22nd, among catalyst material, since he is trying for a catalyst to adsorb more active species by setting up the presentation

ratio of Mn oxide to 50% or less 20% or more, and enlarging specific surface area of a catalyst, the chemical reaction at the time of processing a processed fluid can be promoted further.

Therefore, it becomes possible to heighten the throughput of a plasma reactor (20) more.

[0074] Moreover, since it enables it to use many kinds of active species by the time of processing of a processed fluid by including Mn oxide with which the oxidation number is different in a catalyst according to the solution means of the above 23rd, it becomes possible to promote a reaction further. Therefore, the throughput of a plasma reactor (20) can be heightened further.

[0075] Since according to the above 24th and the 25th solution means the processed component contained in a processed fluid is adsorbed at an adsorbent and it is made to perform disintegration by the plasma, resolvability ability is raised. Since the component to which it stuck is decomposed with a catalyst when an adsorbent is also especially included in a processing member (23) in what established the catalyst, resolvability ability is raised more.

[0076] Moreover, since the odor component or injurious ingredient in processed air can be certainly processed with the low-temperature plasma generated in the large range by streamer discharge according to the solution means of the above 26th, processed air can be purified efficiently. Moreover, in what used the catalyst and the adsorbent for the processing member (23), since the disintegration by the catalyst and the absorption by the adsorbent are also performed, processability ability can be raised more.

[0077]

[The gestalt 1 of implementation of invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained to details based on a drawing.

[0078] This operation gestalt is an air cleaner (1) which processes the odor component or injurious ingredient in processed air by oxidative degradation etc., and purifies air. It is related.

Drawing 1 is this air cleaner (1). The outline configuration is shown.

[0079] It is this air cleaner (1) so that it may illustrate. It is the configuration that each functional part was contained in casing (10), and the dust collection filter (11), the centrifugal fan (12), and the plasma reactor (20) are contained in casing (10) as a functional part. In addition, it is the ozonolysis catalyst for decomposing the ozone generated by discharge which the sign (13) shows to drawing 1.

[0080] In one side (side on the right-hand side of drawing 1) of casing (10), the air suction port (15) for inhaling air is formed in casing (10), and the air port (16) for blowing off purification air is formed in the upper surface. An intake grill (15a) is established in an air suction port (15), and it is a blow-off grill (16a) in an air port (16). It is prepared. Moreover, in an air suction port (15), it is an intake grill (15a). The above-mentioned dust collection filter (11) is arranged inside, and it is made to carry out uptake of the dust contained in intake air.

[0081] The air port (16) is formed in the edge (edge on the left-hand side of drawing 1) of the opposite side with the air suction port (15) on the upper surface of casing (10). And corresponding to this air port (16), the above-mentioned centrifugal fan (12) is prepared in casing (10). In this centrifugal fan (12), it is a power supply for fans (12a). It connects. In the above configuration, as for the interior of casing (10), between an air suction port (15) and air ports (16) is the circulation space of processed air. And if a centrifugal fan (12) is started, processed air is the intake grill (15a) of an air suction port (15). And it absorbs in casing (10) through a dust collection filter (11). after processing with the reactor (20) which explains processed air in full detail below -- blow-off grill (16a) of an air port (16) from -- it blows off besides casing (10).

[0082] The cross section in which drawing 2 shows the outline configuration of a plasma reactor (20), and drawing 3 are perspective diagrams. This plasma reactor (20) is equipped with the processing member (23) arranged by approaching the 2nd electrode (22) between the 1st electrode (discharge electrode) (21) as a discharge means for generating the low-temperature plasma and the 2nd electrode (counterelectrode) (22), and these electrodes (21 22). That is, a processing member (23) is a discharge field (A). It is arranged in inside.

[0083] stoma (23b) of a large number which penetrate this processing member (23) along the flow direction of air Base material (23a) of the honeycomb configuration which it has from -- it is constituted and catalyst material is supported on that surface. Concretely, this processing

member (23) contains at least one sort in Pt, Pd, nickel, Ir, Rh, Co, Os, Ru, Fe, Re, Tc, Mn, Au, Ag, Cu, W, Mo, and Cr as catalyst material. Such catalyst material promotes the chemical reaction at the time of processing processed air.

[0084] Moreover, the above-mentioned processing member (23) is a base material (23a). On the surface, the adsorbent is also supported with catalyst material. An adsorbent adsorbs processed components contained in processed air, such as odorant and harmful matter, and activated carbon, a zeolite, etc. are used. In addition, it is good for an adsorbent to use porous ceramics, activated carbon fiber, mordenite, a ferrierite, Silicalite, etc., and to use at least one of sorts of these.

[0085] the 1st electrode (21) of the above -- electrode board (21b) This electrode board (21b) Two or more needle electrodes (21c) fixed so that it might intersect perpendicularly mostly from -- it is constituted. Electrode board (21b) Opening of a large number which consist of mesh material, a punching metal, etc. and air passes in the direction of a field right angle (21d) It has. Moreover, opening of a large number which air passes in the direction of a field right angle like mesh material or a punching metal to the 2nd electrode (22) (22a) The electrode board which it has is used.

[0086] The 1st electrode (21) is an electrode board (21b). It is almost parallel to the 2nd electrode (22), and is a needle electrode (21c). It is arranged so that it may become a right angle to a counterelectrode (22) mostly. Needle electrode (21c) As shown in drawing 4 which is the enlarged view, it is an edge by the side of the 2nd electrode (21a). It is formed as the tip section and the tip angle (theta) is formed in 60 degrees. Moreover, a small radius of circle is attached by R processing, and the tip of the 1st electrode (21) is formed in the shape of the spherical surface. Although the above-mentioned tip angle (theta) has 30 degrees or more desirable 90 degrees or less, in order to make streamer discharge further easy to produce, 60 degrees or more 90 degrees or less are desirable. Even if a tip angle (theta) has a bad manufacture precision of the needlelike effective length (needle-electrode effective length) (L) of the 1st electrode (21), when it can secure the manufacture precision of the radius of curvature (R) at the tip of the 1st electrode (21) at 60 degrees especially, a streamer can be generated stably. Moreover, even if a tip angle (theta) has a bad manufacture precision of the radius of curvature (R) at the tip of the 1st electrode (21), when it can secure the manufacture precision of the needlelike effective length (needle-electrode effective length) (L) of the 1st electrode (21) at 80 degrees, a streamer can be generated stably.

[0087] two electrodes (21 22) **** -- the high voltage power supply (power supply means) (24) of a direct current, an alternating current, or a pulse is connected, and he is trying for streamer discharge to arise between the 1st electrode (21) and the 2nd electrode (22) this streamer discharge -- discharge field (A) **** -- the low-temperature plasma generates. Radicals, such as a high-speed electron, ion, ozone, and a hydroxy radical, other excited molecules (an excitation oxygen-content child, an excitation nitrogen content child, excitation water molecule, etc.), etc. are generated by the low-temperature plasma.

[0088] - Operation actuation -, next this air cleaner (1) Operation actuation is explained.

[0089] This air cleaner (1) If operation is started and a centrifugal fan (12) starts, first, processed air will be inhaled from an air suction port (15), and uptake of the dust contained in this air will be carried out with a dust collection filter (11). Equipment (1) The air from which streamer discharge has arisen between the 1st electrode (21) of a plasma reactor (20) and the 2nd electrode (22) at the time of operation, and dust was removed with the dust collection filter (11) is two electrodes (21 22). Discharge field of a between (A) It passes.

[0090] Here, when, as for streamer discharge, a minute arc continues from the tip of the 1st electrode (21) even to the 2nd electrode (22), it is formed as a plasma pillar accompanied by luminescence, and this minute arc stands in a row and progresses between the 1st electrode (21) and the 2nd electrode (22) in the place where the gap of the equipotential surface is narrow. And at this operation gestalt, it is the needle electrode (21c) of the 1st electrode (21). Since the detailed radius of circle is attached at the tip while specifying preferably 60 degrees (theta) of 30 degrees or more 90 degrees or less of tip angles as 60 degrees or more 90 degrees or less still more preferably, a minute arc becomes easy to progress with breadth broadly. For this reason, it

sets to the plasma reactor (20) of this operation gestalt, and is streamer discharge (S). As shown in drawing 5, it will be wide range than before and will be generated (the imaginary line shows the conventional streamer discharge (S')).

[0091] The above-mentioned processed air is a discharge field (A). If it passes, it will plasma-ize according to an operation of streamer discharge, and the low-temperature plasma will be generated. And by contacting the catalyst of a processing member (23), it is further excited by altitude, activity is raised, and various kinds of active species generated by this discharge react efficiently with harmful matter and an odor component, and carry out decomposition removal of such material. For this reason, the harmful matter and odorant in air are quickly disassembled by the synergistic effect of the plasma and a catalyst.

[0092] Furthermore, since the adsorbent is also contained in the processing member (23), the harmful matter and odorant in processed air act certainly [the active species of the low-temperature plasma] for these components by adsorbing an adsorbent, and decomposition processing is promoted. That is, processing stabilized more is performed by having made it include a catalyst and an adsorbent in one processing member (23).

[0093] - While specifying preferably 60 degrees (theta) of 30 degrees or more 90 degrees or less of tip angles of the 1st electrode (21) as 60 degrees or more 90 degrees or less still more preferably, an R is attached at a tip, and streamer discharge is wide range and he is trying according to the effect-book operation gestalt 1 of the operation gestalt 1, to occur because a minute arc makes it easy to progress with breadth broadly. Thus, since the range which streamer discharge generates by specifying the tip configuration of the 1st electrode (21) is extended, it is not necessary to use the pulse power supply which supplies steep pulse height voltage with narrow pulse width, and becomes usable also by DC power supply at the loose pulse power supply of a standup or falling, AC power supply, and a pan. For this reason, while being able to hold down cost, it can also be prevented that equipment is large-scale and becomes complicated. Moreover, since it is not necessary to use a steep pulse, a charging time value can be lengthened and the processing effectiveness of processed air is also raised.

[0094] moreover, the discharge plasma -- discharge field (A) between the 1st electrode (21) and the 2nd electrode (22) Opening (22a) of the 2nd electrode (22) with which the discharge plasma becomes the largest while it is wide range in the shape of the flare and is made to generate in inside Since he is trying for a processed fluid to pass, processing of a processed fluid can be ensured. Furthermore, it is a discharge field (A) about a processing member (23). Since he is trying to pass a processing member (23) when it arranges to inside and processed air passes through the inside of plasma space, while acting on the processed component by which uptake of the plasma is carried out to the processed component and adsorbent in air, it will act also on a catalyst and processing of a processed fluid is performed by the synergistic effect of the plasma and a catalyst. Especially, it is a discharge field (A). Since the processing member (23) is arranged into the portion of the counterelectrode approach in which the plasma spreads most in inside, this effect can be ensured. The above thing to equipment (1) Processability ability is fully raised.

[0095] - others -- when using a manganese system catalyst as an example of use-(Example 1) catalyst of a catalyst, it is good in a catalyst component to make Mn, MnO₂, or Mn₂O₃ contain below 40 mass % more than 30 mass %. Although this content pinpoints a suitable range, it is good among a catalyst component also as what contains Mn, MnO₂, or Mn₂O₃ below 60 mass % more than 10 mass %.

[0096] It is the toluene decomposition effectiveness according to this reactor (20) to drawing 6 to an axis of ordinate MnO₂ It is MnO₂ so that the graph which took content along the horizontal axis may be shown. If it is the catalyst contained below 60 mass % more than 10 mass %, comparatively high decomposition effectiveness can be acquired, and it is especially MnO₂. If it is the catalyst contained below 40 mass % more than 30 mass %, very high decomposition effectiveness can be acquired.

[0097] (Example 2) A processing member (23) may be made to contain the mixture or the multiple oxide of a manganic acid ghost, and iron, a cerium, europium, a lanthanum and at least one sort of oxide in copper (henceforth a specific oxide) as catalyst material. Moreover, a

processing member (23) is good for the presentation ratio of Mn oxide in catalyst material to set up so that it may be 50% or less and the presentation ratio of a specific oxide may become the 50 remaining% or less 80% or more 20% or more. Furthermore, it is good for catalyst material to include two or more kinds of manganic acid ghosts from which the oxidation number is different, such as MnO_2 and Mn_2O_3 .

[0098] When using what consists of manganese, iron, and a cerium as this catalyst, a catalyst is the following, and can be made and prepared. That is, first, the aqueous solution of manganese nitrate 6 hydrate is prepared as a manganese compound, and cerium-nitrate 6 hydrate as a cerium compound is added to this, and further, iron nitrate 9 hydrate is added as an iron compound, and it considers as A liquid. On the other hand, B liquid with which water comes to melt an alkali compound is produced as a precipitate reagent. And a coprecipitate is generated by slushing A liquid, agitating B liquid. Then, aging of 1 hour is performed, the above-mentioned coprecipitate is washed and dried, by calcinating for 5 hours at the temperature of 500 degrees C in air, the catalyst which consists of manganese, iron, and a cerium can be acquired, and this can be used for a honeycomb-like processing member (23).

[0099] It sets in the configuration which uses this catalyst, and the above-mentioned processed air is a discharge field (A). The harmful matter and odorant which were activated by the operation of streamer discharge when it passed, and were similarly activated on the catalyst of a processing member (23), and active species react efficiently, and carry out decomposition removal of such material. For this reason, the harmful matter and odorant in air are quickly disassembled by the synergistic effect of the plasma and a catalyst.

[0100] Specifically, Mn oxide contained in the catalyst decomposes into oxygen and active oxygen the ozone generated by discharge. This active oxygen oxidizes and decomposes the injurious ingredient and odor component of processed air into a harmless component or a no odor component. Moreover, various active species including the active oxygen obtained by decomposition of ozone, such as radicals, such as a hydroxy radical, and an excitation oxygen-content child (active oxygen), an excitation nitrogen content child, an excitation water molecule, are adsorbed by the surface of the above-mentioned specific oxide and the interface of Mn oxide and a specific oxide which are included in a processing member (23) with active species. For this reason, on the surface of a catalyst, active species with high activity will exist mostly as an active group, and the injurious ingredient and odor component in processed air will be decomposed into a high speed.

[0101] Thus, if the catalyst containing mixture or a multiple oxide with the iron which is a manganic acid ghost and the above-mentioned specific oxide, a cerium, europium, a lanthanum, and at least one sort of oxides of the copper is used, it is used effective in the processing at the time of the various active species generated by the low-temperature plasma performing air cleaning, and the chemical reaction at the time of processing processed air can be promoted by leaps and bounds. Therefore, since the throughput of a plasma catalytic-reaction machine (20) can be heightened, it is an air cleaner (1). The capacity to carry out can also be heightened.

[0102] Moreover, among catalyst material, since Mn oxide and other specific oxides distribute, it is made detailed and the specific surface area of a catalyst increases by setting up the presentation ratio of Mn oxide to 50% or less 20% or more, the interface of Mn oxide and a specific oxide increases and a catalyst adsorbs more active species. Furthermore, since it is effective in Mn oxide and a specific oxide making it detailed, and the specific surface area of a catalyst increasing also by preparing the catalyst containing Mn oxide and a specific oxide with a coprecipitation method, the interface of Mn oxide and a specific oxide will increase, many active species can be adsorbed, and activity improves further.

[0103] Moreover, it is MnO_2 by preparing a catalyst with a coprecipitation method. Since the manganic acid ghost from which the oxidation numbers, such as Mn_2O_3 , differ in addition will also be contained in a catalyst and can use many kinds of active species by the time of processing, activity improves further. Furthermore, since many multiple oxides to the interface of Mn oxide and a specific oxide of Mn oxide and a specific oxide are especially generated by preparing a catalyst with a coprecipitation method, Mn oxide (MnO_2 , Mn_2O_3) and a specific oxide (Fe_2O_3 and CeO_2) can also obtain the multiple oxide ($\text{MnCeFe}_2\text{O}_4$) with which the

oxidation numbers differ, and can use more kinds of active species.

[0104] Moreover, CeO₂ which is the oxide when a cerium is used as material other than manganese. Since it has oxygen occlusion capacity, the amount of the oxygen with which a reaction can be presented on a catalyst increases. For this reason, the activity of reaction time is raised compared with the case where Ce is not used. Furthermore, since a nearby kind many of active species can be used by the case where europium, a lanthanum, or copper is added, activity becomes still higher, and a reaction can be promoted.

[0105] And the throughput of equipment can be heightened more by combining these catalysts with the streamer discharge which it is wide range and is generated.

[0106]

[The gestalt 2 of implementation of invention] The above-mentioned operation gestalt 1 is an air cleaner (1) which processes the odor component or injurious ingredient in processed air by oxidative degradation etc., and purifies air using the plasma reactor (20) which combined the catalyst and the adsorbent with the low-temperature plasma generated by streamer discharge. It is the nitrogen-oxides purifying facility (2) to which this plasma reactor (20) processes the nitrogen oxides in processed gas by reduction decomposition etc. although constituted. It is also applicable. In this case, the thing suitable for processing of nitrogen oxides is selected by the catalyst from the elements explained with the operation gestalt 1.

[0107] In drawing 7, it is a nitrogen-oxides purifying facility (2). Cross-section structure is shown typically. this example -- electrode (21 22) the same configuration as the operation gestalt 1 -- it is (drawing 2 - drawing 4) -- the 1st electrode (21) -- a tip angle (theta) -- 60 degrees (or 30 degrees or more 90 degrees or less, preferably 60 degrees or more 90 degrees or less) needle electrode (21c) Electrode board (21b) from -- it is constituted. Moreover, the 2nd electrode (22) consists of an electrode board, and it is the electrode board (21b) of the 1st electrode (21). The 2nd electrode (22) is much openings (21d, 22a), respectively. It has.

[0108] This nitrogen-oxides purifying facility (2) A gas inlet (it is equivalent to the air suction port of the operation gestalt 1) (15) and gas exhaust (similarly it is equivalent to an air port) (16) counter, and are established in the side wall of the pair of casing (10), and the dust collection filter (11) is arranged along the gas inlet (15) in casing (10). Moreover, the plasma reactor (20) has the structure where the processing member (23) of the shape of a honeycomb which supported catalyst material and an adsorbent between the 1st electrode (21) and the 2nd electrode (22) has been arranged like ****.

[0109] This equipment (2) The fan is not prepared in casing (10). and this equipment (2) **** -- doubling the sense of the above-mentioned gas inlet (15) and gas exhaust (16) with the passage of the processed gas which contains nitrogen oxides as a processed component, and arranging casing (10) -- processed gas -- discharge field (A) He is trying to pass.

[0110] This nitrogen-oxides purifying facility (2) Discharge field the processed gas which contains nitrogen oxides then is introduced in casing (10) from a gas inlet (15), and according to streamer discharge (A) It passes. Therefore, processed gas is plasma-ized, when the active species generated in that case passes a processing member (23), it is excited further, and nitrogen oxides are returned to nitrogen gas.

[0111] Also in this operation gestalt 2, since he is trying to generate streamer discharge in the large range by specifying the tip angle (theta) of the 1st electrode (21), the low-temperature plasma is wide range, and is generated, and it acts to the catalyst and adsorbent of processed gas and a processing member effectively. therefore -- since the chemical reaction at the time of processing processed gas can be promoted by leaps and bounds -- the throughput of a plasma reactor (20) -- it can raise -- nitrogen-oxides purifying facility (2) ***** -- while also being able to heighten capacity, since a steep pulse voltage is not needed, a miniaturization and cost cut of equipment can be enabled.

[0112] - The modification-(modification 1) above-mentioned implementation gestalt 2 of the operation gestalt 2 is a nitrogen-oxides purifying facility (2) about the plasma reactor (20) using the low-temperature plasma by streamer discharge. Although it is the applied example, this plasma reactor (20) is a combustion-gas purifying facility (3). It is also applicable. Combustion-gas purifying facility (3) While processing the nitrogen oxides in a combustion gas by reduction

decomposition etc., an unburnt fuel and a hydrocarbon are processed by oxidative degradation etc. In this case, the thing suitable for oxidation of reduction of nitrogen oxides, an unburnt fuel, and a hydrocarbon is selected by the catalyst from the catalyst material explained with the operation gestalt 1.

[0113] This combustion-gas purifying facility (3) A configuration is the above-mentioned nitrogen-oxides purifying facility (2). It is shown in drawing 7, and a configuration is the same and only the candidates for application differ. For this reason, combustion-gas purifying facility (3) Although the concrete explanation about a configuration is omitted It also sets to this equipment (3) and is the tip section (21a) of the 1st electrode (21). Since it is wide range, streamer discharge is caused and it enables it to generate the low-temperature plasma in the large range by specifying a configuration (tip angle (theta)) Sufficient processability ability to processed gas can be obtained enabling a miniaturization and cost cut of equipment.

[0114] (Modification 2) The plasma reactor (20) of this invention is an air cleaner (1). A nitrogen-oxides purifying facility (2) and combustion-gas purifying facility (3) Otherwise, it is a dioxin cracking unit (4). It is applicable. A dioxin cracking unit (4) processes the dioxin in a combustion gas by oxidative degradation etc. In this case, the thing suitable for the oxidative degradation of dioxin is adopted as a catalyst out of the catalyst material explained with the operation gestalt 1.

[0115] this dioxin cracking unit (4) Two electrodes (21 22) a configuration -- including -- nitrogen-oxides purifying facility (2) etc. -- it can consider as the same equipment configuration. This dioxin cracking unit (4) It also sets and is the tip section (21a) of the 1st electrode (21). It is wide range by specifying a configuration, and the high processability ability to processed gas can be obtained, using effectively the active species generated by the low-temperature plasma, realizing a miniaturization and cost cut of equipment, since streamer discharge is caused and he is trying to extend the generation field of the low-temperature plasma.

[0116] (Modification 3) The plasma reactor (20) of this invention is an air cleaner (1) further. Nitrogen-oxides purifying facility (2) Combustion-gas purifying facility (3) And dioxin cracking unit (4) Otherwise, it is a chlorofluocarbon cracking unit (5). It is also applicable. Chlorofluocarbon cracking unit (5) It is a discharge means (21 22) about chlorofluocarbon. Discharge field (A) And this chlorofluocarbon is disassembled by passing a processing member (23). In this case, the thing suitable for disassembly of chlorofluocarbon is adopted as a catalyst out of the catalyst material explained with the operation gestalt 1.

[0117] this chlorofluocarbon cracking unit (5) Two electrodes (21 22) a configuration -- including -- nitrogen-oxides purifying facility (2) etc. -- it can consider as the same equipment configuration. And this chlorofluocarbon cracking unit (5) It also set and be the tip section (21a) of the 1st electrode (21). It be wide range by specifying a configuration, and the high processability ability to processed gas can be obtain, using effectively the active species generate by the low-temperature plasma, realizing a miniaturization and cost cut of equipment, since streamer discharge be cause and he be trying to extend the generation field of the low-temperature plasma.

[0118]

[Example] Next, an example is explained based on the experiment which followed the processability ability of the processed fluid of a plasma reactor (20). First, in this example, it considered as the configuration which supports this to the processing member (23) of a honeycomb base material (23a) using what contains a cerium in a catalyst in addition to manganese and iron (it prepares with a coprecipitation method). In addition, each presentation ratio of the manganese in this catalyst, iron, and a cerium was 30%, 60%, and 10%, respectively.

[0119] The experimental device constituted as the reaction section showed drawing 8 was used for the experiment. Setting to this equipment, the 1st electrode (21) is a needle electrode (21c) of brass with a diameter [of 2mm], and a length of 8mm. Three are horizontally arranged at intervals of 17.5mm, and it is each needle electrode (21c). It considered as the configuration which has arranged the train to two steps perpendicularly at intervals of 20mm. Moreover, 61mmx80mm stainless steel mesh material was used for the 2nd electrode (22). And distance of the 1st electrode (21) and the 2nd electrode (22) is set to 22mm, and it is a needle electrode

(21c). It has arranged so that the 2nd electrode (22) of stainless steel mesh material may become a right angle, and it considered as the configuration which impresses the direct-current high voltage (20Kv).

[0120] Moreover, it arranges so that what supported the above-mentioned catalyst to the honeycomb-like processing [in which thickness is 10mm] member (23) may be stuck to the 2nd electrode (22) between the 1st electrode (21) and the 2nd electrode (22), and it is a needle electrode (21c). The gap of a tip and a processing member (23) was set as 12mm. As the above-mentioned operation gestalt 1 explained, it is a needle electrode (21c). The tip should be shaved by the 60-degree cutting angle, and a tip shall have a radius of circle as an R configuration of 0.5mm.

[0121] the streamer discharge generated in the above equipment configuration — each needle electrode (21c) of the 1st electrode (21) from — it was what spread in the shape of the flare toward the 2nd electrode (22) (drawing 2 , drawing 5), and when the conventional streamer discharge used a direct current and an alternating current, the wide range [very] and generated result was obtained to generating only in the field of the shape of a thin pillar. And mixed gas with the air containing toluene 100ppm was introduced with three kinds of space velocity (1000h⁻¹, 2000h⁻¹, 5000h⁻¹), the magnitude of attenuation of the reactant when impressing the direct-current high voltage of 20Kv and the augend of a product were measured, respectively, and the oxidative degradation property (processing property) over odorant was investigated.

[0122] According to this example, it turns out that very high decomposition effectiveness is acquired as the measurement result is shown in the graph of drawing 9 . Decomposition effectiveness is very excellent when space velocity is especially set to 1000h⁻¹. Thus, direct current voltage is used for a power supply in this example, and, moreover, it is a needle electrode (21c). In spite of having considered as the structure arranged in the comparatively **** condition, the outstanding decomposition effectiveness was able to obtain. This shows that the low-temperature plasma will be wide range, and will be generated, and an operation of the plasma is raised by it by specifying the tip angle (theta) of the 1st electrode (21).

[0123] in addition, instead of the above-mentioned catalyst as a catalyst conventionally used combining the low-temperature plasma The place which investigated the damping property of a reactant including platinum and aluminum on the conditions same also about the thing using the platinum system catalyst of marketing whose presentation ratios of platinum and aluminum are 0.5% and 99.5%, respectively as the above, It was checked that the catalyst of the above-mentioned example has high decomposition effectiveness as compared with the comparison catalyst which is a catalyst conventionally, and the activity is very high.

[0124] For this reason, when the catalyst of the above-mentioned example is used, the chemical reaction at the time of processing a processed fluid in a plasma catalytic-reaction machine (20) is promoted, and it turns out that processability ability is raised sharply.

[0125]

[The gestalt 3 of implementation of invention] Drawing 10 and drawing 11 show the internal configuration of the plasma reactor (20) concerning the operation gestalt 3. It is approached and arranged so that the 1st six electrode (21) may make two groups at a time and may counter mutually in the space surrounded in this plasma reactor (20) with the insulating wall (25) of four sheets which consists of insulating materials, such as an insulator. needle electrode (21c) of one 1st electrode (21) Substrate (21b) of the 1st electrode (21) of another side Formed insertion hole (21e) from — it is made to project

[0126] Specifically, the above-mentioned 1st electrode group is a substrate (21b). Make the 1st two electrode (21) with which the needle electrode was fixed counter mutually, a spacer (29) is made to intervene between them, and it is the screw (29a). The above-mentioned substrate (21b) Pore (21g) It is attached in parallel by making a screw (30) screw. moreover, the above-mentioned needle electrode (21c) it fixes to a base member (31) — having — lobe (31a) of this base member (31) end face Substrate (21b) Pore (21f) inserting — closing — substrate (21b) it is fixed — **** (refer to drawing 12 (a)) — a base member (31) end face — screw (31b) puncturing — a screw (32) — substrate (21b) Pore (21h) from — screw hole (31b) making it screw — needle electrode (21c) Substrate (21b) You may make it fix (drawing 12 (b)).

[0127] Moreover, the 2nd four electrode (22) is arranged so that the above-mentioned 1st electrode group may be inserted in the above-mentioned plasma reactor (20), a processing member (23) is fixed to both sides of the 2nd two electrode (22) of middle with a bolt (26), respectively, and the processing member (23) is being fixed to the inside of the 2nd two electrode (22) of both ends with the bolt (26). In addition, the secondary terminal with which (27) was prepared in the 1st electrode (21) upper limit, and (28) are the earth terminals formed in the 2nd electrode (22) lower limit among drawing 10 .

[0128] Edge by the side of the 2nd electrode [in / like / in this operation gestalt 3 / the operation gestalt 1 / the 1st electrode (21)] (21a) Although a tip angle (θ) is 30 degrees or more 90 degrees or less Besides this, he is the needlelike effective length of the 1st electrode (21) of the above, i.e., a needle electrode, (21c). The radius of curvature (R) at the effective length (L) and the tip of the 1st electrode (21) is set as a specific range. Further These, inter-electrode distance (gap) (G), and needle electrode (21c) It is characterized by carrying out numerical specification of the relation with a diameter (D). And glow discharge and a spark are lost and it enables it to make streamer discharge occur stably by this. Therefore, by using this for an air cleaner, it can continue and the high purification engine performance can be demonstrated at a long period of time.

[0129] Specifically, it is the needle electrode (21c) of the 1st electrode (21). The effective length (L) is set as 4mm or more 30mm or less.

[0130] The radius of curvature (R) at the tip of the 1st electrode (21) is set as 0.1mm or more 0.7mm or less.

[0131] Needle electrode of the 1st electrode (21) (21c) The ratio (L/G) with inter-electrode distance (G) is set or less [0.2 or more] to 1.5 with the effective length (L). Here, inter-electrode distance (G) is the needle electrode (21c) of the 1st electrode (21). It is the thing of the distance of a tip and a processing member (23) (refer to drawing 11).

[0132] Needle electrode of the 1st electrode (21) (21c) The effective length (L) and needle electrode (21c) The ratio (ratio of length to diameter) with a diameter (D) is set or less [2 or more] to 15.

[0133] The radius of curvature (R) at the tip of the 1st electrode (21) and a ratio (R/G) with inter-electrode distance (G) are set or less [0.005 or more] to 0.035.

[0134] The radius of curvature (R) and needle electrode (21c) at the tip of the 1st electrode (21) The ratio (R/D) with a diameter (D) is set or less [0.05 or more] to 0.35.

[0135] Needle electrode of the 1st electrode (21) (21c) The relation between the effective length (L), and inter-electrode distance (G) and the tip angle (θ) of the 1st electrode (21) is set up so that 1.2 or less degree type or more $\theta = 0.25 L/G$ may be filled.

[0136] needle electrode (21c) of the 1st electrode (21) the relation between the effective length (L) and the tip angle (θ) of the 1st electrode (21) — a degree type — it has set up so that less than [more than $L/\theta = 5.24$] may be filled.

[0137] It is to have set up as mentioned above in the thing based on the data shown in a following table 1 and a following table 2, and it tells that this data can attain stabilization of streamer discharge by the above-mentioned numerical specification. When the tip angle (θ) of the 1st electrode (21) is 60 degrees especially, it is the needle electrode (21c) of the 1st electrode (21). Even if the effective length's (L)'s manufacture precision is bad, when the manufacture precision of the radius of curvature (R) at the tip of the 1st electrode (21) can be secured, it turns out that a streamer can be generated stably. For example, what is necessary is just to set up the radius of curvature (R) at the tip of the 1st electrode (21) near 0.25mm. Moreover, if the tip angle (θ) of the 1st electrode (21) is made into 80 degrees, even if the manufacture precision of the radius of curvature (R) at the tip of the 1st electrode (21) is bad, it is the needle electrode (21c) of the 1st electrode (21). When the effective length's (L)'s manufacture precision can be secured, it turns out that a streamer can be generated stably. For example, needle electrode (21c) What is necessary is just to set up the effective length (L) near 8.5mm.

[0138] In addition, the data of a table 1 and a table 2 is a needle electrode (21c) to 20mm about inter-electrode distance (G). A diameter (D) is obtained under the conditions set as 2mm,

respectively. Moreover, a streamer generates O mark stably among a table 1 and a table 2, and it expresses that a plasma production field is large. O Although the mark generates a streamer stably, a plasma production field expresses a narrow thing compared with O mark. Although ** mark generates a streamer, an unstable thing is expressed compared with O mark or O mark. It means that a streamer does not generate x mark.

[0139]

[A table 1]

針電極 実効長 (L)		曲率半径(R) 0.25 mm							曲率半径(R) 0.5 mm							曲率半径(R) 0.7 mm						
		尖端角度(θ)							尖端角度(θ)							尖端角度(θ)						
		20°	30°	45°	60°	80°	90°	100°	20°	30°	45°	60°	80°	90°	100°	20°	30°	45°	60°	80°	90°	100°
針電極 実効長 (L)	3.0 mm	x	x	x	△	△	△	x	x	x	x	x	△	△	x	x	x	x	x	△	△	x
	8.5 mm	x	x	△	⊙	⊙	⊙	x	x	x	x	x	⊙	⊙	x	x	x	○	△	⊙	⊙	x
	6.5 mm	x	△	⊙	⊙	△	△	x	x	x	x	△	△	△	x	x	x	△	△	△	△	x
	4.5 mm	x	⊙	○	○	x	x	x	x	x	△	△	x	x	x	x	△	○	x	x	x	x

[0140]

[A table 2]

針電極 実効長 (L)		尖端角度(θ)30°				尖端角度(θ)45°				尖端角度(θ)60°				尖端角度(θ)80°			
		曲率半径(R) (mm)				曲率半径(R) (mm)				曲率半径(R) (mm)				曲率半径(R) (mm)			
		0.25	0.5	0.7	0.9	0.25	0.5	0.7	0.9	0.25	0.5	0.7	0.9	0.25	0.5	0.7	0.9
針電極 実効長 (L)	3.0 mm	x	x	x	x	x	x	x	x	△	x	x	x	△	△	△	x
	8.5 mm	x	x	x	x	△	x	○	x	⊙	x	△	x	⊙	⊙	⊙	x
	6.5 mm	△	x	x	x	⊙	x	△	x	⊙	△	△	x	△	△	△	x
	4.5 mm	⊙	x	△	x	○	△	○	x	○	△	x	x	x	x	x	x

[0141]

[The gestalt of operation of others of invention] This invention is good also as following configurations about the above-mentioned operation gestalt.

[0142] For example, discharge field formed between the 1st electrode (21) and the 2nd electrode (22) with the above-mentioned operation gestalt 1 in the processing member (23) which has catalyst material and an adsorbent (A) Although arranged near the 2nd electrode (22) in inside A processing member (23) is a discharge field (A), as an imaginary line shows to drawing 2. You may arrange near the 2nd electrode (22) by the downstream. Moreover, a processing member (23) may be made the arrangement separated from the 2nd electrode (22) a little, and if the location is the range where the plasma acts, the effect by this processing member (23) can be acquired.

[0143] Moreover, it is a discharge field (A) instead of a honeycomb-like processing member (23) about what filled up the permeability container etc. with the catalyst particle or the adsorbent particle. You may arrange to inside or its downstream. Even if such, the same effect as the above can be acquired.

[0144] moreover -- each above-mentioned operation gestalt -- a plasma reactor (20) -- air cleaner (1) Nitrogen-oxides purifying facility (2) And combustion-gas purifying facility (3) etc. -- although the applied example was explained, this plasma reactor (20) can be applied to other equipments which process processed fluids, such as a conditioner and a bio-type waste disposer

[0145] Furthermore, with the above-mentioned operation gestalt, although it is made to perform an operation of a catalyst and an operation of an adsorbent by one processing member (23), the 2nd processing member which acts as the 1st processing member and adsorption material which acts as a catalyst may be arranged separately, and only one of these may be arranged to the inside of a discharge field, or its downstream.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is structural drawing of the air cleaner equipped with the plasma reactor concerning the operation gestalt 1 of this invention.

[Drawing 2] It is the cross section showing typically the configuration of the plasma reactor in the air cleaner of drawing 1 .

[Drawing 3] It is the perspective diagram showing typically the configuration of the plasma reactor in the air cleaner of drawing 1 .

[Drawing 4] It is the partial enlarged view of a needle electrode.

[Drawing 5] It is the discharge state diagram of streamer discharge.

[Drawing 6] It is the graph which shows the toluene decomposition effectiveness of a manganese system catalyst.

[Drawing 7] It is drawing showing typically the configuration of the nitrogen-oxides purifying facility concerning the operation gestalt 2.

[Drawing 8] It is the outline block diagram of the experimental device in an example.

[Drawing 9] It is the graph which shows the experimental result of an example.

[Drawing 10] It is the block diagram of the plasma reactor concerning the operation gestalt 3.

[Drawing 11] It is the block diagram of the polar zone.

[Drawing 12] (a) and (b) are explanatory drawings explaining how to the substrate of a needle electrode to attach, respectively.

[Description of Notations]

- (1) Air cleaner
- (2) Nitrogen-oxides purifying facility
- (3) Combustion-gas purifying facility
- (4) Dioxin cracking unit
- (5) Chlorofluorocarbon cracking unit
- (10) Casing
- (11) Dust collection filter
- (12) Centrifugal fan
- (15) Air suction port (gas inlet)
- (16) Air port (gas exhaust)
- (20) Plasma reactor
- (21) The 1st electrode (discharge electrode)
- (22) The 2nd electrode (counterelectrode)
- (23) Processing member
- (24) High voltage power supply

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-38932
(P2003-38932A)

(43) 公開日 平成15年2月12日 (2003.2.12)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	サーチコード [*] (参考)
B 0 1 D 53/32		B 0 1 D 53/32	4 C 0 8 0
A 6 1 L 9/00		A 6 1 L 9/00	C 4 D 0 4 8
9/22		9/22	4 G 0 6 9
B 0 1 D 53/86	Z A B	B 0 1 J 19/08	E 4 G 0 7 5
B 0 1 J 19/08		23/34	A
審査請求 未請求 請求項の数26 O L (全 16 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2002-30876 (P2002-30876)
(22) 出願日 平成14年2月7日 (2002.2.7)
(31) 優先権主張番号 特願2001-150615 (P2001-150615)
(32) 優先日 平成13年5月21日 (2001.5.21)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000002853
ダイキン工業株式会社
大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号
梅田センタービル
(72) 発明者 田中 利夫
大阪府堺市金岡町1304番地 ダイキン工業
株式会社堺製作所金岡工場内
(72) 発明者 茂木 完治
大阪府堺市金岡町1304番地 ダイキン工業
株式会社堺製作所金岡工場内
(74) 代理人 100077931
弁理士 前田 弘 (外7名)

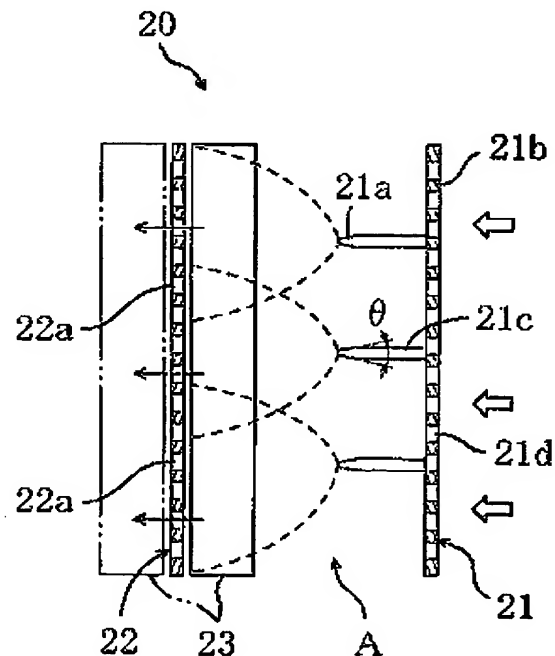
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ反応器及び空気浄化装置

(57) 【要約】

【課題】 プラズマ反応器(20)の構成が複雑になったりコストが高くなったりするのを抑えながらストリーマ放電を広い範囲で発生させ、プラズマ生成領域を広くする。

【解決手段】 針状の第1電極(21)と面状の第2電極(22)とが略直交する状態で対向配置されたプラズマ反応器(20)において、第1電極(21)における第2電極(22)側の端部(21a)を尖端部とし、その尖端角度(θ)を 30° 以上 90° 以下、好ましくは 60° 以上 90° 以下にする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 針状の第1電極(21)と、第1電極(21)に略直交する状態で対向して配置された面状の第2電極(22)と、両電極(21,22)に放電電圧を印加するように接続された電源手段(24)とを備え、第1電極(21)と第2電極(22)とが被処理流体の流通空間に配置され、両電極(21,22)間でストリーマ放電を発生させることにより被処理流体を処理するように構成されたプラズマ反応器であって、

第1電極(21)は、第2電極側の端部(21a)が尖端部として形成され、その尖端角度(θ)が 30° 以上 90° 以下であることを特徴とするプラズマ反応器。

【請求項2】 第1電極(21)の尖端角度(θ)が 60° 以上 90° 以下であることを特徴とする請求項1記載のプラズマ反応器。

【請求項3】 第1電極(21)の尖端角度(θ)が実質的に 60° であることを特徴とする請求項2記載のプラズマ反応器。

【請求項4】 第1電極(21)の尖端角度(θ)が実質的に 80° であることを特徴とする請求項2記載のプラズマ反応器。

【請求項5】 第1電極(21)の尖端が球面状に形成されていることを特徴とする請求項1から4のいずれか1記載のプラズマ反応器。

【請求項6】 第1電極(21)の針状実効長(L)が4mm以上30mm以下であることを特徴とする請求項1から5のいずれか1記載のプラズマ反応器。

【請求項7】 第1電極(21)尖端の曲率半径(R)が0.1mm以上0.7mm以下であることを特徴とする請求項1から6のいずれか1記載のプラズマ反応器。

【請求項8】 第1電極(21)の針状実効長(L)と電極間距離(G)との比(L/G)が0.2以上1.5以下であることを特徴とする請求項1から7のいずれか1記載のプラズマ反応器。

【請求項9】 第1電極(21)の針状実効長(L)とその直径(D)との比(L/D)が2以上15以下であることを特徴とする請求項1から8のいずれか1記載のプラズマ反応器。

【請求項10】 第1電極(21)尖端の曲率半径(R)と電極間距離(G)との比(R/G)が0.005以上0.035以下であることを特徴とする請求項1から9のいずれか1記載のプラズマ反応器。

【請求項11】 第1電極(21)尖端の曲率半径(R)と該第1電極(21)の直径(D)との比(R/D)が0.05以上0.35以下であることを特徴とする請求項1から10のいずれか1記載のプラズマ反応器。

【請求項12】 第1電極(21)の針状実効長(L)と電極間距離(G)と第1電極(21)の尖端角度(θ)との関係が次式

$$L/G\theta = 0.25 \text{ 以上 } 1.2 \text{ 以下}$$

を満たすことを特徴とする請求項1から11のいずれか1記載のプラズマ反応器。

【請求項13】 第1電極(21)の針状実効長(L)と第1電極(21)の尖端角度(θ)との関係が次式

$$L/\theta = 5 \text{ 以上 } 24 \text{ 以下}$$

を満たすことを特徴とする請求項1から12のいずれか1記載のプラズマ反応器。

【請求項14】 第2電極(22)が、被処理流体の流通する開口部(22a)を備えていることを特徴とする請求項1から13のいずれか1記載のプラズマ反応器。

【請求項15】 被処理流体を処理するための処理部材(23)を備え、該処理部材(23)が、第1電極(21)と第2電極(22)の間またはその下流側に配置されていることを特徴とする請求項1から14のいずれか1記載のプラズマ反応器。

【請求項16】 処理部材(23)が、第1電極(21)と第2電極(22)の間で、該第2電極(22)の近傍に配置されていることを特徴とする請求項15記載のプラズマ反応器。

【請求項17】 処理部材(23)が、被処理流体に対する処理を促進する触媒物質を有することを特徴とする請求項15または16記載のプラズマ反応器。

【請求項18】 触媒物質が、Pt, Pd, Ni, Ir, Rh, Co, Os, Ru, Fe, Re, Tc, Mn, Au, Ag, Cu, W, Mo, Crのうちの少なくとも1種を含んでいることを特徴とする請求項17記載のプラズマ反応器。

【請求項19】 触媒物質中、マンガン系触媒が10質量%以上60質量%以下含有されていることを特徴とする請求項17記載のプラズマ反応器。

【請求項20】 触媒物質中、マンガン系触媒が30質量%以上40質量%以下含有されていることを特徴とする請求項19記載のプラズマ反応器。

【請求項21】 処理部材(23)が、触媒物質として、マンガン酸化物と、鉄、セリウム、ユーロビウム、ランタン、及び銅のうちの少なくとも1種の酸化物との混合物または複合酸化物を含有していることを特徴とする請求項17記載のプラズマ反応器。

【請求項22】 触媒物質中のマンガン酸化物の組成比が20%以上50%以下であることを特徴とする請求項21記載のプラズマ反応器。

【請求項23】 処理部材(23)が、触媒物質として、酸化数の異なる複数種類のマンガン酸化物を含んでいることを特徴とする請求項21または22記載のプラズマ反応器。

【請求項24】 処理部材(23)が、被処理流体に含まれる被処理成分を吸着する吸着剤を含んでいることを特徴とする請求項15から23のいずれか1記載のプラズマ反応器。

【請求項25】 吸着剤が、多孔質セラミックス、活性炭、活性炭繊維、ゼオライト、モルデナイト、フェリエ

ライト、シリカライトのうちの少なくとも1種であることを特徴とする請求項24記載のプラズマ反応器。

【請求項26】 請求項1から25のいずれか1記載のプラズマ反応器(20)と、

該プラズマ反応器(20)が内部に収納されるケーシング(10)とを備え、

上記ケーシング(10)内に被処理空気を導入して放電手段(21,22)の放電場(A)を通過させることにより、該被処理空気中の臭気成分または有害成分を処理するように構成されていることを特徴とする空気浄化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ストリーマ放電により低温プラズマを生成して空気浄化などのガス処理を行うプラズマ反応器と、このプラズマ反応器を使った空気浄化装置とに関し、特に、放電による低温プラズマを広い領域で生成するための技術に係るものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、低温プラズマを利用したプラズマ反応器は、例えば空気や排ガスなどに含まれる有害成分や臭気成分をプラズマにより発生する活性種の作用で分解して無害化または無臭化する空気浄化装置やガス処理装置に利用されている。例えば、特開平8-155249号公報及び特開平9-869号公報には、放電電極としての複数の針状電極を対向電極としての面状電極に対してほぼ直角に配置して、放電電極と対向電極との間でストリーマ放電を起こしてプラズマを生成し、その放電場に被処理ガスを導入してガス処理を行う装置が開示されている。

【0003】この構成でストリーマ放電を起こすと、各放電電極と対向電極との間の細い柱状の空間が放電場となる。放電場は、各放電電極について形成されるが、それぞれが比較的狭い領域である。このため、上記公報に記載された装置では、放電電極を一列または複数列に密に配置することにより、各放電電極と対向電極の間で形成される複数の放電領域同士の間で隙間ができるのを抑えながら、プラズマ生成領域を広くするようにしている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記構成では、多数の放電電極を密に配置しなければならないため、構成が複雑になってしまう。

【0005】これに対して、各放電電極についての放電領域を広くすることができれば、放電電極の本数を減らしてもプラズマ生成領域を広げることが可能になる。例えば、パルスの立ち上がり時間が100ns以下程度と短く、パルス幅が1μs以下程度の急峻なパルス高電圧を両電極間に印加すると、比較的広い範囲をプラズマ化することができる。

【0006】この理由としては、①電圧の印加時間が短

いたために、通常の放電ではスパークに至ってしまうような高い電圧を瞬間的に印加できること、②印加電圧を高くすると全ての場所で放電が起きやすくなること、③電圧立ち上がりが急峻なために空間電荷効果による放電の抑制が少ないこと、④立ち上がり時間が短いために一様な放電が起きやすいことなどを挙げることができる。

【0007】しかし、このようにパルス幅の狭い急峻なパルス高電圧を供給するパルス電源を用いると、装置が大がかりになり、コストも高くなってしまう。また、非常に短いパルス幅分の時間しか放電が生じないのでプラズマの生成時間も短くなり、ガスの処理効率なども低下してしまう。

【0008】本発明は、このような問題点に鑑みて創案されたものであり、その目的とするところは、プラズマ反応器の構成が複雑になったりコストが高くなったりするのを抑えながら、ストリーマ放電によるプラズマ生成領域を広げることができることである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、針状の電極(21)と面状の電極(22)との間でストリーマ放電により低温プラズマを生成して被処理ガスを処理するプラズマ反応器(20)において、針状の電極(21)の先端形状を特定したものである。

【0010】具体的に、本発明が導いた第1の解決手段は、針状の第1電極(21)と、第1電極(21)に略直交する状態で対向して配置された面状の第2電極(22)と、両電極(21,22)に放電電圧を印加するように接続された電源手段(24)とを備え、第1電極(21)と第2電極(22)とが被処理流体の流通空間に配置され、両電極(21,22)間でストリーマ放電を発生させることにより被処理流体を処理するように構成されたプラズマ反応器(20)を前提としている。そして、このプラズマ反応器(20)は、第1電極(21)における第2電極側の端部(21a)が尖端部として形成され、その尖端角度(θ)が30°以上90°以下であることを特徴としている。なお、この構成において、「尖端部」は、先端に向かうほど径が細くなるようなテーパ状の形状(円錐状や角錐状などを含む)を意味するものであり、該尖端部の最先端は必ずしも鋭敏に尖ってなくてもよい。

【0011】この第1の解決手段においては、第1電極(21)と第2電極(22)に電源手段(24)から放電電圧を印加するとストリーマ放電が発生する。ストリーマ放電は、第1電極(21)の先端から第2電極(22)まで微小アークが連続することにより、発光を伴ったプラズマ柱として形成され、微小アークは、第1電極(21)と第2電極(21)との間において、等電位面の間隔が狭いところで進んで進展する。そして、第1電極(21)の尖端角度(θ)を上記の角度範囲に特定しているため、微小アークが広範囲に広がりながら進展しやすくなり、ストリーマ放電が広範囲で生じる。つまり、この場合のストリーマ放電は、第

1 電極(21)から第2 電極(22)に向かってフレア状に広がった領域で発生する。

【0012】また、本発明が講じた第2の解決手段は、上記第1の解決手段に係るプラズマ反応器(20)において、第1 電極(21)の先端角度(θ)が 60° 以上 90° 以下であることを特徴としている。

【0013】このように第1 電極(21)の先端角度(θ)を 60° 以上 90° 以下にすると、さらにストリーマ放電が発生しやすくなる。

【0014】また、本発明が講じた第3の解決手段は、上記第2の解決手段に係るプラズマ反応器(20)において、第1 電極(21)の先端角度(θ)が実質的に 60° であることを特徴としている。

【0015】このように第1 電極(21)の先端角度(θ)を実質的に 60° にすると、第1 電極(21)の針状実効長(L)の製作精度が悪くても、第1 電極(21)の曲率半径(R)の製作精度が確保できる場合には、ストリーマが安定的に発生することになる。

【0016】また、本発明が講じた第4の解決手段は、上記第2の解決手段に係るプラズマ反応器(20)において、第1 電極(21)の先端角度(θ)が実質的に 80° であることを特徴としている。

【0017】このように第1 電極(21)の先端角度(θ)を実質的に 80° にすると、第1 電極(21)の曲率半径(R)の製作精度が悪くても、第1 電極(21)の針状実効長(L)の製作精度が確保できる場合には、ストリーマが安定的に発生することになる。

【0018】また、本発明が講じた第5の解決手段は、上記第1から第4のいずれか1の解決手段に係るプラズマ反応器(20)において、第1 電極(21)の先端が球面状に形成されていることを特徴としている。つまり、この解決手段のプラズマ反応器(20)では、第1 電極(21)の先端に小さな丸みをつけた形状としている。

【0019】この第5の解決手段では、第1 電極(21)の先端を球面状にしたことにより、さらに微小アークが広がりやすくなり、その結果、放電プラズマがより広範囲で生じることとなる。

【0020】また、第6から第13の解決手段は、第1 電極(21)の先端部分の太さや長さ、さらには先端の曲率半径等を特定の範囲に設定したものであり、これによれば、グロー放電にならず、しかもスパークの発生が抑えられ、ストリーマ放電が安定的に生起して、これを空気浄化装置に用いることで高い浄化性能が長期に亘って発揮される。

【0021】つまり、本発明が講じた第6の解決手段は、上記第1から第5のいずれか1の解決手段に係るプラズマ反応器(20)において、第1 電極(21)の針状実効長(L)が4 mm以上30 mm以下であることを特徴としている。

【0022】また、本発明が講じた第7の解決手段は、

上記第1から第6のいずれか1の解決手段に係るプラズマ反応器(20)において、第1 電極(21)の先端の曲率半径(R)が0.1 mm以上0.7 mm以下であることを特徴としている。

【0023】また、本発明が講じた第8の解決手段は、上記第1から第7のいずれか1の解決手段に係るプラズマ反応器(20)において、第1 電極(21)の針状実効長(L)と電極間距離(G)との比(L/G)が0.2以上1.5以下であることを特徴としている。なお、この構成において、「電極間距離(G)」とは、請求項15にいう処理部材(23)が第1 電極(21)と第2 電極(22)の間に配置されている場合には、第1 電極(21)の先端と処理部材(23)との距離を意味し、上記処理部材(23)がない場合には、第1 電極(21)の先端と第2 電極(22)との距離を意味するものとする。このことは、以下の解決手段及び実施形態においても同様である。

【0024】また、本発明が講じた第9の解決手段は、上記第1から第8のいずれか1の解決手段に係るプラズマ反応器(20)において、第1 電極(21)の針状実効長(L)とその直径(D)との比(L/D)が2以上15以下であることを特徴としている。

【0025】また、本発明が講じた第10の解決手段は、上記第1から第9のいずれか1の解決手段に係るプラズマ反応器(20)において、第1 電極(21)の曲率半径(R)と電極間距離(G)との比(R/G)が0.005以上0.035以下であることを特徴としている。

【0026】また、本発明が講じた第11の解決手段は、上記第1から第10のいずれか1の解決手段に係るプラズマ反応器(20)において、第1 電極(21)の先端の曲率半径(R)と該第1 電極(21)の直径(D)との比(R/D)が0.05以上0.35以下であることを特徴としている。

【0027】また、本発明が講じた第12の解決手段は、上記第1から第11のいずれか1の解決手段に係るプラズマ反応器(20)において、第1 電極(21)の針状実効長(L)と電極間距離(G)と第1 電極(21)の先端角度(θ)との関係が次式

$$L/G\theta = 0.25 \text{ 以上 } 1.2 \text{ 以下}$$
を満たすことを特徴としている。

【0028】また、本発明が講じた第13の解決手段は、上記第1から第12のいずれか1の解決手段に係るプラズマ反応器(20)において、第1 電極(21)の針状実効長(L)と第1 電極(21)の先端角度(θ)との関係が次式
$$L/\theta = 5 \text{ 以上 } 24 \text{ 以下}$$
を満たすことを特徴としている。

【0029】また、本発明が講じた第14の解決手段は、上記第1から第13のいずれか1の解決手段に係るプラズマ反応器(20)において、第2 電極(22)が、被処理流体の流通する開口部(22a)を備えていることを特徴としている。

10

20

30

40

50

【0030】この第14の解決手段においては、被処理流体は、第1電極(21)と第2電極(22)の間の放電場(A)を流れるときに、第2電極(22)の開口部(22a)を通過する。また、プラズマの生成領域は第2電極(22)側に向かってフレア状に広がっているため、被処理流体は、プラズマの最も広がった部分である第2電極(22)の開口部(22a)を通過する。

【0031】また、本発明が講じた第15の解決手段は、上記第1から第14のいずれか1の解決手段に係るプラズマ反応器(20)において、被処理流体を処理するための処理部材(23)を備え、この処理部材(23)が、第1電極(21)と第2電極(22)の間またはその下流側に配置されていることを特徴としている。この構成において、処理部材(23)は、第1電極(21)と第2電極(22)の間に形成される放電場(A)から若干離れた配置にしても、その位置がプラズマの作用する範囲であれば、該処理部材(23)による効果を得ることができる。

【0032】この第15の解決手段においては、処理部材(23)が放電場(A)中またはその下流側に配置されているので、被処理流体は、放電場(A)を通過する際にこの処理部材(23)の位置も通ることになる。したがって、被処理流体の処理が確実に行われる。

【0033】また、本発明が講じた第16の解決手段は、上記第15の解決手段に係るプラズマ反応器(20)において、処理部材(23)が、第1電極(21)と第2電極(22)の間で、該第2電極(22)の近傍に配置されていることを特徴としている。

【0034】この第16の解決手段においては、プラズマ生成領域の最も広がった部分に処理部材(23)が配置されている。したがって、被処理流体は、この広い領域を通過する際に、プラズマの作用を受けながら処理部材(23)を通過する。

【0035】また、本発明が講じた第17の解決手段は、上記第15または第16の解決手段において、処理部材(23)が、被処理流体に対する処理を促進する触媒物質を有することを特徴としている。

【0036】この第17の解決手段においては、処理部材(23)に触媒物質を含ませるようにしているので、被処理流体は、放電場(A)において、プラズマによる作用に加えて、触媒による作用も受けることとなる。

【0037】また、本発明が講じた第18の解決手段は、上記第17の解決手段に係るプラズマ反応器(20)において、触媒物質が、Pt(白金)、Pd(パラジウム)、Ni(ニッケル)、Ir(イリジウム)、Rh(ロジウム)、Co(コバルト)、Os(オスミウム)、Ru(ルテチウム)、Fe(鉄)、Re(レニウム)、Tc(テクネチウム)、Mn(マンガン)、Au(金)、Ag(銀)、Cu(銅)、W(タングステン)、Mo(モリブデン)、Cr(クロム)のうちの少なくとも1種を含んでいることを特徴としている。な

お、このうち、FeやMnを始め、一部の物質は酸化物(例えば Fe_2O_3 、 MnO_2 など)の形態で含ませるとよい。

【0038】この第18の解決手段において特定した触媒物質は、被処理流体に含まれる被処理成分を分解する際に、例えばストリーマ放電により発生する種々の活性種(オゾン、ヒドロキシラジカル、励起酸素分子、励起窒素分子、励起水分子など)をさらに励起する。このため、これら活性種がより活性の高められた状態となって上記被処理成分に作用する。また、触媒の表面に多くの活性種を活性状態のまま吸着する作用も働く。したがって、これらの作用により被処理流体を処理する際の化学反応が促進されるので、被処理流体が例えば有害成分または臭気成分を含む空気である場合、無臭化または無害化が促進される。

【0039】また、本発明が講じた第19の解決手段は、上記第17の解決手段に係るプラズマ反応器(20)において、触媒物質中、マンガン系触媒(MnまたはMn酸化物(MnO_2 や Mn_2O_3 など))が10質量%以上60質量%以下含有されていることを特徴とし、本発明が講じた第20の解決手段は、上記第19の解決手段に係るプラズマ反応器(20)において、触媒物質中、マンガン系触媒が30質量%以上40質量%以下含有されていることを特徴としている。

【0040】上記第19、第20の解決手段においては、マンガン系触媒を用いる場合にMn、 MnO_2 、または Mn_2O_3 などのマンガン系触媒の含有量を特定するようにしたため、プラズマ反応器(20)の処理性能が最適化される。逆に言うと、触媒成分中のMn、 MnO_2 、または Mn_2O_3 などの含有量が少なすぎると有害物質などの分解能力が不十分となり、含有量が多すぎると触媒の比表面積が逆に小さくなって性能が低下するのに対し、最適な性能が得られる。

【0041】また、本発明が講じた第21の解決手段は、上記第17の解決手段に係るプラズマ反応器(20)において、処理部材(23)が、触媒物質として、マンガン酸化物と、鉄、セリウム、ユーロピウム、ランタン、及び銅のうちの少なくとも1種の酸化物(以下、特定酸化物という)との混合物または複合酸化物を含有していることを特徴としている。

【0042】この第21の解決手段において、放電手段(21,22)により形成される放電場(A)を被処理流体が通過すると、被処理流体がプラズマ化し、低温プラズマが生成される。この低温プラズマにより、オゾンなどの他、ヒドロキシラジカルなどのラジカルや、励起酸素分子、励起窒素分子、励起水分子などの種々の活性種が発生する。これらの各種の活性種は、上記触媒の作用により高活性状態で有害成分や臭気成分と効率よく反応して、これらの物質を分解除去する。

【0043】より具体的には、触媒に含まれているMn

酸化物は、放電により発生するオゾンと酸素と活性酸素に分解する。この活性酸素は、被処理流体の有害成分や臭気成分を酸化して無害成分や無臭成分に分解する。また、オゾンの分解により得られた活性酸素を始め、低温プラズマにより発生するヒドロキシラジカルなどのラジカルや、励起酸素分子（活性酸素）、励起窒素分子、励起水分子などの各種活性種は、触媒手段(23)に含まれる上記の特定酸化物の表面や、Mn酸化物と特定酸化物の界面にラジカルや励起状態のまま吸着される。このため、触媒の表面には活性の高い活性種が活性基として多く存在することになり、被処理流体中の有害成分や臭気成分が高速に分解される。

【0044】また、本発明が講じた第22の解決手段は、上記第21の解決手段に係るプラズマ反応器(20)において、触媒物質中のマンガン酸化物の組成比が20%以上50%以下であることを特徴としている。この場合、触媒物質中で上記特定酸化物がMn酸化物の残りを占めるので、その組成比は80%以下50%以上になる。

【0045】この第22の解決手段においては、触媒物質中、Mn酸化物の組成比を20%以上50%以下に設定しているので、Mn酸化物と特定酸化物が分散して微細化し、触媒の比表面積が増大する。その結果、Mn酸化物と特定酸化物の界面が増えるため、触媒がより多くの活性種を吸着し、活性がさらに向上する。

【0046】また、本発明が講じた第23の解決手段は、上記第21または第22の解決手段に係るプラズマ反応器(20)において、処理部材(23)が、触媒物質として、例えばMnO₂やMn₂O₃などの酸化数の異なる複数種類のマンガン酸化物を含んでいることを特徴としている。

【0047】この第23の解決手段においては、触媒が酸化数の違うMn酸化物を含むようにしているので、Mn酸化物が1種類である場合と比較して、被処理流体の処理反応の際にさらに多種の活性種を吸着して反応に供することができることとなる。

【0048】また、本発明が講じた第24の解決手段は、上記第15から第23のいずれか1の解決手段に係るプラズマ反応器(20)において、処理部材(23)が、被処理流体に含まれる被処理成分を吸着する吸着剤を含んでいることを特徴としている。

【0049】さらに、本発明が講じた第25の解決手段は、上記第24の解決手段に係るプラズマ反応器(20)において、吸着剤が、多孔質セラミックス、活性炭、活性炭微細、ゼオライト（アルミノシリケート）、モルデナイト、フェリエライト、シリカライト（シリカゲル）のうちの少なくとも1種であることを特徴としている。

【0050】上記第24、第25の解決手段において、被処理流体に含まれる被処理成分は、吸着剤に吸着される。そして、このように吸着剤に吸着された被処理成分

に対してプラズマによる分解作用が行われる。特に、処理部材(23)に触媒を設けたものにおいて吸着剤も含ませた場合には、吸着した成分を触媒で分解するので、分解性能が高められる。

【0051】また、本発明が講じた第26の解決手段は、上記第1から第25のいずれか1の解決手段に係るプラズマ反応器(20)を用いた空気浄化装置に関するものである。この空気浄化装置(1)は、該プラズマ反応器(20)が内部に収納されるケーシング(10)を備え、このケーシング(10)内に被処理空気を導入して放電手段(21,22)の放電場(A)を通過させることにより、該被処理空気中の臭気成分または有害成分を処理するように構成されていることを特徴としている。

【0052】この第26の解決手段では、被処理空気中の臭気成分または有害成分をストリーマ放電により広い範囲に形成した低温プラズマで処理することにより、被処理空気が浄化される。また、触媒や吸着剤を含む処理部材(23)を用いたものにおいては、触媒による作用や、吸着剤による作用も併用して処理が行われる。

【0053】

【発明の効果】上記第1の解決手段によれば、第1電極(21)の尖端角度(θ)を上記の角度範囲(30°以上90°以下)に特定したこととで微小アークが放電場(A)中で広範囲に広がりながら進展しやすくしているため、ストリーマ放電が広範囲で生じる。そして、このように第1電極(21)の形状によってストリーマ放電の生成領域を広げようとしているので、パルス幅の狭い急峻なパルス高電圧を供給するパルス電源は不要であり、コストを抑えられるとともに、装置が大がかりで複雑になるのも防止できる。さらに、急峻なパルスを使わなくてよいことから、交流や直流の高圧電源を使えるので、急峻なパルス電圧を印加する場合と比較すると、放電時間を長くしてガスなどの処理効率を高めることもできる。

【0054】また、上記第2の解決手段によると、第1電極(21)の尖端角度(θ)を60°以上90°以下とすることと、さらにストリーマ放電を発生しやすくするので、上記第1の解決手段の効果をより高めることができる。

【0055】また、上記第3の解決手段によると、第1電極(21)の尖端角度(θ)を実質的に60°とすることと、第1電極(21)の針状実効長(L)の製作精度が悪くても、第1電極(21)の尖端の曲率半径(R)の製作精度が確保できる場合には、ストリーマを安定的に発生させることができる。

【0056】また、上記第4の解決手段によると、第1電極(21)の尖端角度(θ)を実質的に80°にすることと、第1電極(21)の尖端の曲率半径(R)の製作精度が悪くても、第1電極(21)の針状実効長(L)の製作精度が確保できる場合には、ストリーマを安定的に発生させることができる。

10

20

30

40

50

【0057】また、上記第5の解決手段によれば、第1電極(21)の先端を球面状にしたことによってストリーマ放電がさらに広範囲で生じるので、より広い範囲で低温プラズマを生成することが可能となる。

【0058】また、上記第6の解決手段によれば、第1電極(21)の針状実効長(L)を4mm以上30mm以下にしたことで、上記端部(21a)先端に電界が集中しすぎたり、放電しない事態を回避してストリーマ放電を安定化させることができる。

【0059】また、上記第7の解決手段によれば、第1電極(21)先端の曲率半径(R)を0.1mm以上0.7mm以下にしたことで、上述の如くストリーマ放電を安定化させることができる。

【0060】また、上記第8の解決手段によれば、第1電極(21)の針状実効長(L)と電極間距離(G)との比(L/G)を0.2以上1.5以下にしたことで、上記と同様にストリーマ放電を安定化させることができる。

【0061】また、上記第9の解決手段では、第1電極(21)の針状実効長(L)とその直径(D)との比(L/D)を2以上15以下にしたことでストリーマ放電を安定化させることができることは上記と同様である。

【0062】また、上記第10の解決手段では、第1電極(21)先端の曲率半径(R)と電極間距離(G)との比(R/G)を0.005以上0.035以下にしたことで、同様にストリーマ放電を安定化させることができる。

【0063】また、上記第11の解決手段では、第1電極(21)先端の曲率半径(R)と該第1電極(21)の直径(D)との比(R/D)を0.05以上0.35以下にしたことで、同様にストリーマ放電を安定化させることができる。

【0064】また、上記第12の解決手段では、第1電極(21)の針状実効長(L)と電極間距離(G)と第1電極(21)の先端角度(θ)との関係を次式 $L/G\theta = 0.25$ 以上1.2以下を満たすようにしたことで、安定したストリーマ放電を得ることができる。

【0065】また、上記第13の解決手段では、第1電極(21)の針状実効長(L)と第1電極(21)の先端角度(θ)との関係を次式 $L/\theta = 5$ 以上24以下を満たすようにしたことで、同様にストリーマ放電を安定化させることができる。

【0066】また、上記第14の解決手段によれば、被処理流体が、第1電極(21)と第2電極(22)の間の放電場(A)を流れながら、放電プラズマの最も広くなる第2電極(22)の開口部(22a)を通過するため、被処理流体の処理を確実にすることができる。

【0067】また、上記第15の解決手段によれば、放電場(A)中またはその下流側に配置された処理部材(23)を被処理流体が確実に通過するので、被処理流体の処理

がより確実に行われる。したがって、処理性能を高められる。

【0068】また、上記第16の解決手段によれば、放電プラズマの最も広くなる領域に処理部材(23)を配置して、被処理流体がこの領域を通過する際にプラズマの作用を受けながら処理部材(23)を通過するようにしているので、装置の処理性能を高められる。

【0069】また、上記第17の解決手段によれば、処理部材(23)に被処理流体の処理を促進する触媒物質を含ませて、被処理流体がプラズマによる分解作用と触媒による分解作用を受けるようにしているので、反応器(20)の処理性能を高められる。

【0070】また、上記第18の解決手段によれば、被処理流体に含まれる被処理成分を処理する際に、ストリーマ放電により低温プラズマを生成して発生させた種々の活性種(オゾン、ヒドロキシラジカル、励起酸素分子、励起窒素分子、励起水分子など)を触媒でさらに励起して活性を高めたり、触媒上に活性状態のまま吸着したりして化学反応を促進することができるので、処理性能をさらに高められる。

【0071】また、上記第19、第20の解決手段によれば、Mn、MnO₂、またはMn₂O₃などの含有量を最適範囲に特定しているため、プラズマ反応器(20)の処理性能をより高めることができる。

【0072】また、上記第21の解決手段によれば、低温プラズマにより発生する種々の活性種が空気浄化などの被処理流体の処理を行う際に有効に利用され、その際の化学反応を飛躍的に促進することができる。したがって、プラズマ反応器(20)の処理能力を高めることができるようになる。また、このように処理能力を高められることから、反応器(20)を小型化することも可能となる。

【0073】また、上記第22の解決手段によれば、触媒物質中、Mn酸化物の組成比を20%以上50%以下に設定して触媒の比表面積を大きくすることにより、触媒がより多くの活性種を吸着するようにしているので、被処理流体を処理する際の化学反応をさらに促進できる。したがって、プラズマ反応器(20)の処理能力をより高めることが可能となる。

【0074】また、上記第23の解決手段によれば、触媒に酸化数の違うMn酸化物を含ませることで、被処理流体の処理の際により多くの種類の活性種を利用できるようにしているので、反応をさらに促進することが可能となる。したがって、プラズマ反応器(20)の処理能力を一層高めることができる。

【0075】上記第24及び第25の解決手段によれば、被処理流体に含まれる被処理成分を吸着剤に吸着して、プラズマによる分解作用を行うようにしているので、分解性能を高められる。特に、処理部材(23)に触媒を設けたものにおいて吸着剤も含ませた場合には、吸着した成分を触媒で分解するので、より分解性能が高めら

10

20

30

40

50

れる。

【0076】また、上記第26の解決手段によれば、被処理空気中の臭気成分または有害成分を、ストリーマ放電により広い範囲に生成した低温プラズマで確実に処理することができるので、被処理空気を効率的に浄化できる。また、処理部材(23)に触媒や吸着剤を用いたものにおいては、触媒による分解作用や、吸着剤による吸着作用も行われるので、処理性能をより高めることができる。

【0077】

【発明の実施の形態1】以下、本発明の実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。

【0078】この実施形態は、被処理空気中の臭気成分または有害成分を酸化分解などにより処理して空気を浄化する空気浄化装置(1)に関するものである。図1は、この空気浄化装置(1)の概略構成を示している。

【0079】図示するように、この空気浄化装置(1)はケーシング(10)内に各機能部品が収納された構成であり、機能部品として、集塵フィルタ(11)と遠心ファン(12)とプラズマ反応器(20)とがケーシング(10)内に収納されている。なお、図1に符号(13)で示しているのは、放電により発生するオゾン分解するためのオゾン分解触媒である。

【0080】ケーシング(10)の一つの側面(図1の右側の側面)には、ケーシング(10)内に空気を吸い込むための空気吸込口(15)が形成され、上面には浄化空気を吹き出すための空気吹出口(16)が形成されている。空気吸込口(15)には吸込グリル(15a)が設けられ、空気吹出口(16)には吹出グリル(16a)が設けられている。また、空気吸込口(15)には、吸込グリル(15a)の内側に上記集塵フィルタ(11)を配置して、吸込空気中に含まれる塵埃を捕集するようにしている。

【0081】空気吹出口(16)は、ケーシング(10)の上面において、空気吸込口(15)とは反対側の縁部(図1の左側の縁部)に形成されている。そして、この空気吹出口(16)に対応して、上記遠心ファン(12)がケーシング(10)内に設けられている。この遠心ファン(12)には、ファン用電源(12a)が接続されている。以上の構成において、ケーシング(10)の内部は、空気吸込口(15)と空気吹出口(16)の間が被処理空気の流通空間となっている。そして、遠心ファン(12)を起動すると、被処理空気が空気吸込口(15)の吸込グリル(15a)及び集塵フィルタ(11)を通してケーシング(10)内に吸い込まれる。被処理空気は、下記に詳述する反応器(20)での処理後に、空気吹出口(16)の吹出グリル(16a)からケーシング(10)の外に吹き出される。

【0082】図2はプラズマ反応器(20)の概略構成を示す断面図、図3は斜視図である。このプラズマ反応器(20)は、低温プラズマを生成するための放電手段としての第1電極(放電電極)(21)及び第2電極(対向電極)(2

2)と、これらの電極(21,22)の間で第2電極(22)に近接して配置された処理部材(23)とを備えている。つまり、処理部材(23)は放電場(A)中に配置されている。

【0083】この処理部材(23)は、空気の流れ方向に沿って貫通する多数の小孔(23b)を有するハニカム形状の基材(23a)から構成され、その表面に触媒物質を担持している。具体的に、この処理部材(23)は、触媒物質として、Pt, Pd, Ni, Ir, Rh, Co, Os, Ru, Fe, Re, Tc, Mn, Au, Ag, Cu, W, Mo, Crのうちの少なくとも1種を含んでいる。これらの触媒物質は、被処理空気を処理する際の化学反応を促進するものである。

【0084】また、上記処理部材(23)は、基材(23a)の表面に、触媒物質とともに吸着剤も担持している。吸着剤は、被処理空気中に含まれる臭気物質や有害物質などの被処理成分を吸着するものであり、例えば活性炭やゼオライトなどが用いられる。なお、吸着剤には、多孔質セラミックス、活性炭繊維、モルデナイト、フェリエライト、シリカライトなどを使用してもよく、これらのうちの少なくとも1種を用いるとよい。

【0085】上記第1電極(21)は、電極板(21b)と、この電極板(21b)にほぼ直交するように固定された複数の針電極(21c)とから構成されている。電極板(21b)は、メッシュ材やパンチングメタルなどからなり、その面直角方向に空気が通過する多数の開口部(21d)を有している。また、第2電極(22)にもメッシュ材やパンチングメタルなどのように面直角方向に空気が通過する多数の開口部(22a)を有する電極板が用いられている。

【0086】第1電極(21)は、電極板(21b)が第2電極(22)とはほぼ平行で、針電極(21c)が対向電極(22)とはほぼ直角になるように配置されている。針電極(21c)は、その拡大図である図4に示すように、第2電極側の端部(21a)が尖端部として形成され、その尖端角度(θ)が 60° に形成されている。また、第1電極(21)の尖端は、アール加工により小さな丸みが付けられて球面状に形成されている。上記尖端角度(θ)は 30° 以上 90° 以下が好ましいが、ストリーマ放電をさらに生じやすくするために 60° 以上 90° 以下が好ましい。特に、尖端角度(θ)が 60° では、第1電極(21)の針状実効長(針電極実効長)(L)の製作精度が悪くても、第1電極(21)尖端の曲率半径(R)の製作精度が確保できる場合には、ストリーマを安定的に発生させることができる。また、尖端角度(θ)が 80° では、第1電極(21)尖端の曲率半径(R)の製作精度が悪くても、第1電極(21)の針状実効長(針電極実効長)(L)の製作精度が確保できる場合には、ストリーマを安定的に発生させることができる。

【0087】両電極(21,22)には、直流、交流またはパルスの高圧電源(電源手段)(24)が接続されており、第1電極(21)と第2電極(22)の間でストリーマ放電が生じるようにしている。このストリーマ放電により、放電場

10

20

30

40

50

(A) には低温プラズマが生成する。低温プラズマにより、高速電子、イオン、オゾン、ヒドロキシラジカルなどのラジカルや、その他励起分子（励起酸素分子、励起窒素分子、励起水分子など）などが生成される。

【0088】-運転動作-

次に、この空気浄化装置(1)の運転動作について説明する。

【0089】この空気浄化装置(1)の運転を開始し、遠心ファン(12)が起動すると、まず、空気吸込口(15)から被処理空気が吸い込まれて、この空気に含まれる塵埃が集塵フィルタ(11)によって捕集される。装置(1)の運転時は、プラズマ反応器(20)の第1電極(21)と第2電極(22)の間でストリーマ放電が生じており、集塵フィルタ(11)で塵埃が除去された空気は、両電極(21,22)の間の放電場(A)を通過する。

【0090】ここで、ストリーマ放電は、第1電極(21)の先端から第2電極(22)まで微小アークが連続することにより、発光を伴ったプラズマ柱として形成されるものであり、この微小アークは、第1電極(21)と第2電極(22)の間において等電位面の間隔が狭いところで進んで進展する。そして、本実施形態では、第1電極(21)の針電極(21c)の先端角度(θ)を 60° 、好ましくは 30° 以上 90° 以下、さらに好ましくは 60° 以上 90° 以下に特定するとともに、その先端に微細な丸みを付けているので、微小アークが広範囲に広がりながら進展しやすくなる。このため、本実施形態のプラズマ反応器(20)においては、ストリーマ放電(S)が図5に示すように従来のストリーマ放電(S')を仮想線で示している。

【0091】上記被処理空気は、放電場(A)を通過すると、ストリーマ放電の作用によりプラズマ化し、低温プラズマが生成される。そして、この放電によって生成される各種の活性種は、処理部材(23)の触媒と接触することによりさらに高度に励起されて活性が高められ、有害物質や臭気成分と効率よく反応して、これらの物質を分解除去する。このため、空気中の有害物質や臭気物質は、プラズマと触媒の相乗効果によって素早く分解される。

【0092】さらに、処理部材(23)には吸着剤も含まれているため、被処理空気中の有害物質や臭気物質が吸着剤に吸着され、低温プラズマの活性種がこれらの成分に確実に作用して、分解処理を促進する。つまり、触媒と吸着剤とを一つの処理部材(23)に含ませるようにしたことによって、より安定した処理が行われる。

【0093】-実施形態1の効果-

本実施形態1によれば、第1電極(21)の先端角度(θ)を 60° 、好ましくは 30° 以上 90° 以下、さらに好ましくは 60° 以上 90° 以下に特定するとともに先端にアールを付けて、微小アークが広範囲に広がりながら進展しやすくなることで、ストリーマ放電が広範囲で発生

するようにしている。このように、第1電極(21)の先端形状を特定することでストリーマ放電の発生する範囲を広げているので、パルス幅の狭い急峻なパルス高電圧を供給するパルス電源を使う必要はなく、立ち上がりや立ち下りの緩やかなパルス電源、交流電源、さらには直流電源でも使用可能となる。このため、コストを抑えられるとともに、装置が大がかりで複雑になるのも防止できる。また、急峻なパルスを使わなくてよいので、放電時間を長くすることができ、被処理空気の処理効率も高められる。

【0094】また、放電プラズマが第1電極(21)と第2電極(22)の間の放電場(A)中でフレア状に広範囲で発生するようにしながら、放電プラズマが最も広がる第2電極(22)の開口部(22a)を被処理流体が通過するようにしているので、被処理流体の処理を確実にすることができる。さらに、処理部材(23)を放電場(A)中に配置して、被処理空気がプラズマ空間中を通過するときに処理部材(23)も通過するようにしているので、プラズマが空気中の被処理成分と吸着剤に捕集されている被処理成分に作用するとともに、触媒にも作用することになり、プラズマと触媒の相乗効果によって被処理流体の処理が確実に行われる。特に、放電場(A)中でプラズマの最も広がる対向電極寄りの部分に処理部材(23)を配置しているので、この効果をより確実にできる。以上のことから、装置(1)の処理性能を十分に高められる。

【0095】-他の触媒の使用例-

(例1) 触媒としてマンガン系触媒を使用する場合は、触媒成分中に、Mn、 MnO_2 、または Mn_2O_3 などを30質量%以上40質量%以下含有させるとよい。この含有量は好適な範囲を特定したものであるが、触媒成分中、Mn、 MnO_2 、または Mn_2O_3 などを10質量%以上60質量%以下含有するものとしてもよい。

【0096】図6に、本反応器(20)によるトルエン分解効率を縦軸に、 MnO_2 の含有率を横軸にとったグラフを示すように、 MnO_2 を10質量%以上60質量%以下含有する触媒であれば比較的高い分解効率を得ることができ、特に MnO_2 を30質量%以上40質量%以下含有する触媒であれば、極めて高い分解効率を得ることができる。

【0097】(例2) 処理部材(23)には、触媒物質として、マンガン酸化物と、鉄、セリウム、ユーロピウム、ランタン、及び銅のうちの少なくとも1種の酸化物（以下、特定酸化物という）との混合物または複合酸化物を含有させてもよい。また、処理部材(23)は、触媒物質中のMn酸化物の組成比が20%以上50%以下で、特定酸化物の組成比が残りの80%以上50%以下になるように設定するとよい。さらに、触媒物質には、 MnO 、 Mn_2O_3 など、酸化数の違う複数種類のマンガン酸化物を含ませるとよい。

【0098】この触媒として、マンガン、鉄、セリウム

からなるものを使用する場合、触媒は以下のようにして調製することができる。つまり、まず、マンガン化合物として硝酸マンガン六水和物の水溶液を用意し、これにセリウム化合物としての硝酸セリウム六水和物を加え、さらに、鉄化合物として硝酸鉄九水和物を加えてA液とする。一方、沈殿試薬として、アルカリ化合物が水に溶かされてなるB液を作製する。そして、B液を攪拌しながらA液を流し込むことにより、共沈物を生成する。その後、1時間の熱成を行い、上記共沈物を洗浄して乾燥させ、空气中で500℃の温度で5時間に亘り焼成することで、マンガ、鉄、セリウムからなる触媒を得て、これをハニカム状の処理部材(23)に使用することができる。

【0099】この触媒を使用する構成において、上記被処理空氣が放電場(A)を通過するとストリーマ放電の作用により活性化され、処理部材(23)の触媒上で同様に活性化された有害物質や臭気物質と活性種が効率よく反応して、これらの物質を分解除去する。このため、空气中の有害物質や臭気物質は、プラズマと触媒の相乗効果によって素早く分解される。

【0100】具体的には、触媒に含まれているMn酸化物は、放電により発生するオゾン酸素と活性酸素に分解する。この活性酸素は、被処理空氣の有害成分や臭気成分を酸化して無害成分や無臭成分に分解する。また、オゾンの分解により得られた活性酸素を始め、ヒドロキシラジカルなどのラジカルや、励起酸素分子(活性酸素)、励起窒素分子、励起水分子などの各種活性種は、処理部材(23)に含まれる上記の特定酸化物の表面や、Mn酸化物と特定酸化物の界面に活性種のまま吸着される。このため、触媒の表面には活性の高い活性種が活性基として多く存在することになり、被処理空氣中の有害成分や臭気成分が高速に分解されることになる。

【0101】このように、マンガン酸化物と、上記特定酸化物である鉄、セリウム、ユーロビウム、ランタン、及び銅のうちの少なくとも1種の酸化物との混合物または複合酸化物を含有する触媒を用いると、低温プラズマにより発生する種々の活性種が空氣浄化を行う際の処理に有効に利用され、被処理空氣を処理する際の化学反応を飛躍的に促進することができる。したがって、プラズマ触媒反応器(20)の処理能力を高めることができるため、空氣浄化装置(1)としての能力も高めることができる。

【0102】また、触媒物質中、Mn酸化物の組成比を20%以上50%以下に設定することにより、Mn酸化物とその他の特定酸化物とが分散して微細化し、触媒の比表面積が増大するため、Mn酸化物と特定酸化物の界面が増えて触媒がより多くの活性種を吸着する。さらに、Mn酸化物と特定酸化物を含む触媒を共沈法で調製することによっても、Mn酸化物と特定酸化物が微細化して触媒の比表面積が増大する効果があるため、Mn酸

化物と特定酸化物の界面が増えて多くの活性種を吸着できることとなり、さらに活性が向上する。

【0103】また、触媒を共沈法で調製することにより、MnO₂に加えてMn₂O₃などの酸化数の異なるマンガン酸化物も触媒に含まれることになり、処理の際により多くの種類の活性種を利用することができるため、活性がさらに向上する。さらに、触媒を共沈法で調製することにより、Mn酸化物と特定酸化物との複合酸化物が特にMn酸化物と特定酸化物の界面に多く生成されるので、Mn酸化物(MnO₂、Mn₂O₃)や特定酸化物(Fe₂O₃、CeO₂)とは酸化数の異なる複合酸化物(MnCeFe₂O₄)も得ることができ、より多くの種類の活性種を利用することができる。

【0104】また、マンガン以外の物質としてセリウムを用いると、その酸化物であるCeO₂が酸素吸着能力を有するため、触媒上で反応に供することができる酸素の量が増大する。このため、Ceを用いない場合と比べて反応時の活性を高められる。さらに、ユーロビウム、ランタン、または銅などを添加した場合でもより多くの種類の活性種を利用できるので活性がさらに高くなり、反応を促進することができる。

【0105】そして、これらの触媒を、広範囲で発生するストリーマ放電と組み合わせることにより、装置の処理能力をより高めることができる。

【0106】

【発明の実施の形態2】上記実施形態1は、ストリーマ放電により生成される低温プラズマに触媒及び吸着剤を組み合わせたプラズマ反応器(20)を用いて、被処理空氣中の臭気成分または有害成分を酸化分解などにより処理して空氣を浄化する空氣浄化装置(1)を構成したものであるが、このプラズマ反応器(20)は、被処理ガス中の窒素酸化物を還元分解などにより処理する窒素酸化物浄化装置(2)に適用することもできる。この場合、触媒には、実施形態1で説明した元素の中から、窒素酸化物の処理に適したものが選定される。

【0107】図7には、窒素酸化物浄化装置(2)の断面構造を模式的に示している。この例では、電極(21,22)は実施形態1と同様の構成であり(図2～図4)、第1電極(21)は尖端角度(θ)が60°(または30°以上90°以下、好ましくは60°以上90°以下)の針電極(21c)と電極板(21b)とから構成されている。また、第2電極(22)も電極板からなり、第1電極(21)の電極板(21b)と第2電極(22)はそれぞれ多数の開孔部(21d,22a)を有している。

【0108】この窒素酸化物浄化装置(2)は、ケーシング(10)の一对の側壁にガス導入口(実施形態1の空氣吸込口に相当する)(15)とガス排出口(同じく空氣吹出口に相当する)(16)とが対向して設けられ、ケーシング(10)内にはガス導入口(15)に沿って集塵フィルタ(11)が配置されている。また、プラズマ反応器(20)は、上述と同

様、第1電極(21)と第2電極(22)の間に、触媒物質や吸着剤を担持したハニカム状の処理部材(23)が配置された構造になっている。

【0109】この装置(2)では、ケーシング(10)内にファンが設けられていない。そして、この装置(2)では、被処理成分として窒素酸化物を含有する被処理ガスの流路に上記ガス導入口(15)とガス排出口(16)の向きを合わせてケーシング(10)を配置することで、被処理ガスが放電場(A)を通過するようにしている。

【0110】この窒素酸化物浄化装置(2)では、窒素酸化物を含有する被処理ガスがガス導入口(15)からケーシング(10)内に導入され、ストリーマ放電による放電場(A)を通過する。したがって、被処理ガスがプラズマ化され、その際に発生する活性種が処理部材(23)を通過するときさらに励起されて、窒素酸化物を窒素ガスに還元する。

【0111】この実施形態2においても、第1電極(21)の先端角度(θ)を特定することによりストリーマ放電を広い範囲で発生させるようにしているので、低温プラズマが広範囲で生成され、被処理ガスと処理部材の触媒及び吸着剤に効果的に作用する。したがって、被処理ガスを処理する際の化学反応を飛躍的に促進することができるので、プラズマ反応器(20)の処理能力を高めることができ、窒素酸化物浄化装置(2)としての能力も高めることができる。また、急峻なパルス電圧を必要としないので装置の小型化とコストダウンを可能にすることができる。

【0112】-実施形態2の変形例-

(変形例1) 上記実施形態2は、ストリーマ放電による低温プラズマを用いたプラズマ反応器(20)を窒素酸化物浄化装置(2)に適用した例であるが、このプラズマ反応器(20)は、燃焼排ガス浄化装置(3)に適用することもできる。燃焼排ガス浄化装置(3)は、燃焼排ガス中の窒素酸化物を還元分解などにより処理するとともに、未燃燃料及びハイドロカーボンを酸化分解などにより処理するものである。この場合、触媒には、実施形態1で説明した触媒物質の中から、窒素酸化物の還元と未燃燃料及びハイドロカーボンの酸化に適したものが選定される。

【0113】この燃焼排ガス浄化装置(3)の構成は、上記窒素酸化物浄化装置(2)とともに図7に示しており、構成は同じで適用対象のみが異なっている。このため、燃焼排ガス浄化装置(3)の構成についての具体的な説明は省略するが、この装置(3)においても、第1電極(21)の先端部(21a)の形状(先端角度(θ))を特定することによりストリーマ放電を広い範囲で起こして低温プラズマを広い範囲で生成できるようにしているので、装置の小型化とコストダウンを可能にしながら被処理ガスに対する十分な処理性能を得ることができる。

【0114】(変形例2) 本発明のプラズマ反応器(20)は、空気浄化装置(1)、窒素酸化物浄化装置(2)、及び

燃焼排ガス浄化装置(3)の他に、ダイオキシン分解装置(4)にも適用することができる。ダイオキシン分解装置(4)は、燃焼排ガス中のダイオキシンを酸化分解などにより処理するものである。この場合、触媒には、実施形態1で説明した触媒物質の中から、ダイオキシンの酸化分解に適したものが採用される。

【0115】このダイオキシン分解装置(4)も、両電極(21,22)の構成を含めて窒素酸化物浄化装置(2)等と同様の装置構成とすることができる。このダイオキシン分解装置(4)においても、第1電極(21)の先端部(21a)の形状を特定することにより広範囲でストリーマ放電を起こして低温プラズマの生成領域を広げるようにしているので、装置の小型化とコストダウンを実現しながら、低温プラズマにより発生する活性種を有効に利用して、被処理ガスに対する高い処理性能を得ることができる。

【0116】(変形例3) さらに、本発明のプラズマ反応器(20)は、空気浄化装置(1)、窒素酸化物浄化装置(2)、燃焼排ガス浄化装置(3)、及びダイオキシン分解装置(4)の他に、フロンガス分解装置(5)に適用することもできる。フロンガス分解装置(5)は、フロンガスを放電手段(21,22)の放電場(A)及び処理部材(23)を通過させることにより、該フロンガスを分解するものである。この場合、触媒には、実施形態1で説明した触媒物質の中から、フロンガスの分解に適したものが採用される。

【0117】このフロンガス分解装置(5)も、両電極(21,22)の構成を含めて窒素酸化物浄化装置(2)等と同様の装置構成とすることができる。そして、このフロンガス分解装置(5)においても、第1電極(21)の先端部(21a)の形状を特定することにより広範囲でストリーマ放電を起こして低温プラズマの生成領域を広げるようにしているので、装置の小型化とコストダウンを実現しながら、低温プラズマにより発生する活性種を有効に利用して、被処理ガスに対する高い処理性能を得ることができる。

【0118】

【実施例】次に、プラズマ反応器(20)の被処理流体の処理性能について行った実験に基づいて実施例を説明する。まず、この実施例では、触媒には、マンガンと鉄に加えてセリウムを含むもの(共沈法により調製)を用い、これをハニカム基材(23a)の処理部材(23)に担持する構成とした。なお、この触媒におけるマンガン、鉄及びセリウムの各組成比は、それぞれ30%、60%及び10%であった。

【0119】実験には、反応部が図8に示すように構成された実験装置を使用した。この装置において、第1電極(21)は、直径2mm、長さ8mmの真鍮の針電極(21c)を、17.5mmの間隔で横に3本並べ、各針電極(21c)の列を20mmの間隔で縦に2段に配置した構成とした。また、第2電極(22)には、61mm×80mmのステンレスメッシュ材を用いた。そして、第1電極(21)と第2電極

(22)の距離を2.2mmとし、針電極(21c)とステンレスメッシュ材の第2電極(22)とが直角になるように配置し、直流高電圧(20Kv)を印加する構成とした。

【0120】また、上記触媒を厚さが1.0mmのハニカム状処理部材(23)に担持したものを第1電極(21)と第2電極(22)との間で第2電極(22)に密着するように配置し、針電極(21c)の先端と処理部材(23)とのギャップを1.2mmに設定した。上記実施形態1で説明したように針電極(21c)の先端は60°の削り角で削ったものとし、最尖端は0.5mmのアール形状として丸みを有するものとした。

【0121】以上の装置構成において、発生したストリーマ放電は、第1電極(21)の各針電極(21c)から第2電極(22)に向かってフレア状に広がったもので(図2、図5)、従来のストリーマ放電が直流や交流を用いた場合には細い柱状の領域でしか発生しないのに対して、極めて広範囲で生成される結果が得られた。そして、トルエン100ppmを含む空気との混合ガスを3種類の空間速度(1000h⁻¹、2000h⁻¹、5000h⁻¹)で導入して、20Kvの直流高電圧を印加したときの反応物の減衰量及び生成物の増加量をそれぞれ測定し、臭気物質に対する酸化分解特性(処理特性)を調べた。

【0122】測定結果を図9のグラフに示しているように、この実施例によれば非常に高い分解効率を得られていることが判る。特に、空間速度を1000h⁻¹にしたときには、分解効率が非常に優れている。このように、本実施例では電極に直流電圧を用い、しかも針電極(21c)を比較的確な状態で配置した構造としているにも拘わらず、優れた分解効率を得ることができた。このことから、第1電極(21)の先端角度(θ)を特定することにより低温プラズマが広範囲で生成されることとなり、それによってプラズマの作用が高められることが判る。

【0123】なお、上記触媒の代わりに、従来より低温プラズマと組み合わせ用いられている触媒として、白金とアルミニウムとを含み、白金及びアルミニウムの組成比がそれぞれ0.5%及び99.5%である市販の白金系触媒を用いたものについても上記と同様の条件で反応物の減衰特性を調べたところ、上記実施例の触媒は、従来触媒である比較触媒と比較して分解効率が高く、その活性が非常に高いことが確認された。

【0124】このため、上記実施例の触媒を用いると、プラズマ触媒反応器(20)において被処理流体を処理する際の化学反応を促進し、処理性能を大幅に高められることが分かる。

【0125】

【発明の実施の形態3】図10及び図11は実施形態3に係るプラズマ反応器(20)の内部構成を示す。このプラズマ反応器(20)では、碍子などの絶縁材からなる4枚の絶縁壁(25)で囲まれた空間内に6つの第1電極(21)が2

つずつ組をなして互いに対向するように接近して配置され、一方の第1電極(21)の針電極(21c)を他方の第1電極(21)の基板(21b)に形成された挿入孔(21e)から突出させている。

【0126】具体的には、上記第1電極組は、基板(21b)に針電極が固定された2つの第1電極(21)を互いに対向させ、その間にスペーサ(29)を介在させてそのネジ孔(29a)と上記基板(21b)の孔部(21q)とにビス(30)を螺合させることで平行に組み付けられている。また、上記針電極(21c)はベース部材(31)に固定され、該ベース部材(31)基端の突出部(31a)を基板(21b)の孔部(21f)に挿入してかしめることで基板(21b)に固定されている(図12(a)参照)。ベース部材(31)基端にネジ孔(31b)を穿設してビス(32)を基板(21b)の孔部(21h)からネジ穴(31b)に螺合させることにより、針電極(21c)を基板(21b)に固定するようにしてもよい(図12(b))。

【0127】また、上記プラズマ反応器(20)内には、上記第1電極組を挟むように4つの第2電極(22)が配置され、中程の2つの第2電極(22)の両面には処理部材(23)がそれぞれボルト(26)で固定され、両端の2つの第2電極(22)の内面には処理部材(23)がボルト(26)で固定されている。なお、図10中、(27)は第1電極(21)上端に設けられた高压端子、(28)は第2電極(22)下端に設けられた接地端子である。

【0128】本実施形態3では、実施形態1と同様に、第1電極(21)における第2電極側の端部(21a)の先端角度(θ)が30°以上90°以下であるが、これ以外にも、上記第1電極(21)の針状実効長、つまり針電極(21c)の実効長(L)や、第1電極(21)先端の曲率半径(R)を特定の範囲に設定し、さらには、これらと電極間距離(ギャップ)(G)や針電極(21c)の直径(D)との関係を数値特定したことを特徴としている。そして、これにより、グロー放電やスパークをなくしてストリーマ放電を安定的に生じさせることができるようにしている。したがって、これを空気浄化装置に用いることで高い浄化性能を長期に亘って発揮させることができるのである。

【0129】具体的には、第1電極(21)の針電極(21c)の実効長(L)を4mm以上3.0mm以下に設定している。

【0130】第1電極(21)先端の曲率半径(R)を0.1mm以上0.7mm以下に設定している。

【0131】第1電極(21)の針電極(21c)の実効長(L)と電極間距離(G)との比(L/G)を0.2以上1.5以下に設定している。ここで、電極間距離(G)とは、第1電極(21)の針電極(21c)先端と処理部材(23)との距離のことである(図11参照)。

【0132】第1電極(21)の針電極(21c)の実効長(L)と針電極(21c)の直径(D)との比(L/D)を2以上1.5以下に設定している。

【0133】第1電極(21)先端の曲率半径(R)と電極間

10

20

30

40

50

距離(G)との比(R/G)を0.005以上0.035以下に設定している。

【0134】第1電極(21)尖端の曲率半径(R)と針電極(21c)の直径(D)との比(R/D)を0.05以上0.35以下に設定している。

【0135】第1電極(21)の針電極(21c)の実効長(L)と電極間距離(G)と第1電極(21)の尖端角度(θ)との関係を次式

$$L/G\theta = 0.25 \text{ 以上 } 1.2 \text{ 以下}$$

を満たすように設定している。

【0136】第1電極(21)の針電極(21c)の実効長(L)と第1電極(21)の尖端角度(θ)との関係を次式

$$L/\theta = 5 \text{ 以上 } 24 \text{ 以下}$$

を満たすように設定している。

【0137】上記のように設定したのは、下記の表1及び表2に示すデータに基づくものであり、このデータは上記の数値特定によりストリーマ放電の安定化を図ることができることを物語るものである。特に、第1電極(21)の尖端角度(θ)が60°の場合には、第1電極(21)の針電極(21c)の実効長(L)の製作精度が悪くても、第1電極(21)尖端の曲率半径(R)の製作精度が確保できる*

針電極 実効長 (L)		曲率半径(R) 0.25 mm										曲率半径(R) 0.5 mm										曲率半径(R) 0.7 mm									
		尖端角度(θ)										尖端角度(θ)										尖端角度(θ)									
		20°	30°	45°	60°	80°	90°	100°	20°	30°	45°	60°	80°	90°	100°	20°	30°	45°	60°	80°	90°	100°									
30 mm 8.6 mm 6.5 mm 4.5 mm	30 mm	X	X	X	△	△	△	X	X	X	X	X	△	△	X	X	X	X	X	X	X	X									
	8.6 mm	X	X	X	△	△	△	X	X	X	X	X	△	△	X	X	X	X	X	X	X	X									
	6.5 mm	X	△	△	△	△	△	X	X	X	X	X	△	△	X	X	X	X	X	X	X	X									
	4.5 mm	X	△	△	△	△	△	X	X	X	X	X	△	△	X	X	X	X	X	X	X	X									

【0140】

※ ※ 【表2】

針電極 実効長 (L)	30 mm 8.5 mm 6.5 mm 4.5 mm	尖端角度(θ)30°				尖端角度(θ)45°				尖端角度(θ)60°				尖端角度(θ)90°			
		曲率半径(R) (mm)				曲率半径(R) (mm)				曲率半径(R) (mm)				曲率半径(R) (mm)			
		0.25	0.5	0.7	0.9	0.25	0.5	0.7	0.9	0.25	0.5	0.7	0.9	0.25	0.5	0.7	0.9
		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		X	X	X	X	△	X	△	X	△	X	△	X	△	X	△	X
		△	X	X	X	△	X	△	X	△	X	△	X	△	X	△	X
		△	X	△	X	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△

【0141】

【発明のその他の実施の形態】本発明は、上記実施形態について、以下のような構成としてもよい。

【0142】例えば、上記実施形態1では、触媒物質と吸着剤とを有する処理部材(23)を、第1電極(21)と第2電極(22)の間に形成される放電場(A)中で第2電極(22)の近傍に配置しているが、処理部材(23)は、図2に仮想線で示すように放電場(A)の下流側で第2電極(22)の近傍に配置してもよい。また処理部材(23)は、第2電極(22)から若干離れた配置にしてもよく、その位置がプラズマの作用する範囲であれば、該処理部材(23)による効果を得ることはできる。

【0143】また、ハニカム状の処理部材(23)の代わりに、触媒粒子や吸着剤粒子を通気性容器などに充填したものを放電場(A)中やその下流側に配置してもよい。このようにしても、上記と同様の効果を得ることができ

*場合には、ストリーマを安定的に発生させることができる。例えば、第1電極(21)尖端の曲率半径(R)を0.25mm付近に設定すればよい。また、第1電極(21)の尖端角度(θ)を80°にすると、第1電極(21)尖端の曲率半径(R)の製作精度が悪くても、第1電極(21)の針電極(21c)の実効長(L)の製作精度が確保できる場合には、ストリーマを安定的に発生させることができる。例えば、針電極(21c)の実効長(L)を8.5mm付近に設定すればよい。

【0138】なお、表1及び表2のデータは、電極間距離(G)を20mmに、針電極(21c)の直径(D)を2mmにそれぞれ設定した条件の下で得たものである。また、表1及び表2中、◎印はストリーマが安定的に発生し、しかもプラズマ生成領域が広いことを表す。○印はストリーマは安定的に発生するが、プラズマ生成領域が◎印に比べて狭いことを表す。△印はストリーマは発生するが、◎印や○印に比べて不安定であることを表す。×印はストリーマが発生しないことを表す。

【0139】

【表1】

る。

【0144】また、上記各実施形態では、プラズマ反応器(20)を空気浄化装置(1)、窒素酸化物浄化装置(2)、及び燃焼排ガス浄化装置(3)などに適用した例について説明したが、このプラズマ反応器(20)は、空気調和装置や生ゴミ処理機など、被処理流体を処理する他の装置にも適用することが可能である。

【0145】さらに、上記実施形態では、一つの処理部材(23)で触媒の作用と吸着剤の作用を行うようにしているが、触媒として作用する第1の処理部材と吸着剤として作用する第2の処理部材を別々に配置してもよいし、その一方のみを放電場中またはその下流側に配置してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1に係るプラズマ反応器を備えた空気浄化装置の構造図である。

【図2】図1の空気浄化装置におけるプラズマ反応器の構成を模式的に示す断面図である。

【図3】図1の空気浄化装置におけるプラズマ反応器の構成を模式的に示す斜視図である。

【図4】針電極の部分拡大図である。

【図5】ストリーマ放電の放電状態図である。

【図6】マンガン系触媒のトルエン分解効率を示すグラフである。

【図7】実施形態2に係る窒素酸化物浄化装置の構成を模式的に示す図である。

【図8】実施例における実験装置の概略構成図である。

【図9】実施例の実験結果を示すグラフである。

【図10】実施形態3に係るプラズマ反応器の構成図である。

【図11】電極部の構成図である。

【図12】(a), (b) はそれぞれ針電極の基板への取付け方を説明する説明図である。

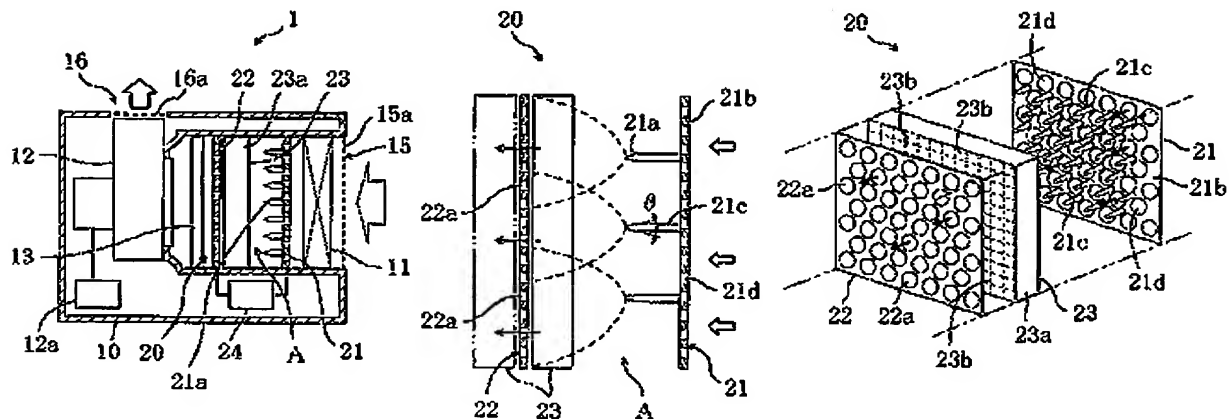
*【符号の説明】

- (1) 空気浄化装置
- (2) 窒素酸化物浄化装置
- (3) 燃焼排ガス浄化装置
- (4) ダイオキシン分解装置
- (5) フロンガス分解装置
- (10) ケーシング
- (11) 集塵フィルタ
- (12) 遠心ファン
- (15) 空気吸込口(ガス導入口)
- (16) 空気吹出口(ガス排出口)
- (20) プラズマ反応器
- (21) 第1電極(放電電極)
- (22) 第2電極(対向電極)
- (23) 処理部材
- (24) 高圧電源

【図1】

【図2】

【図3】

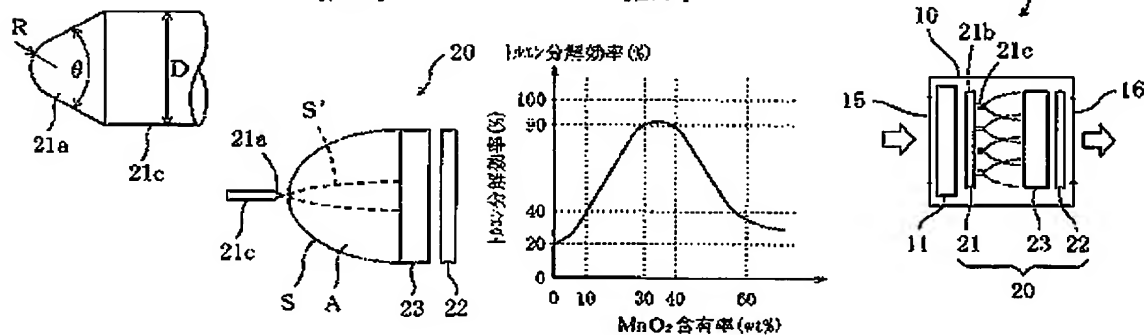


【図4】

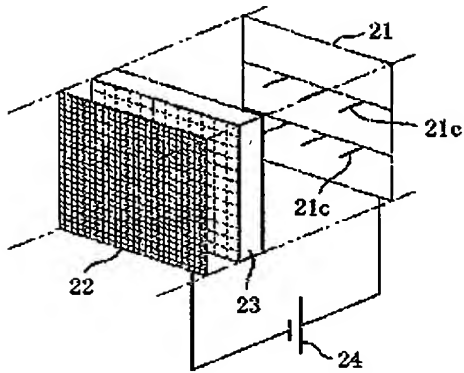
【図5】

【図6】

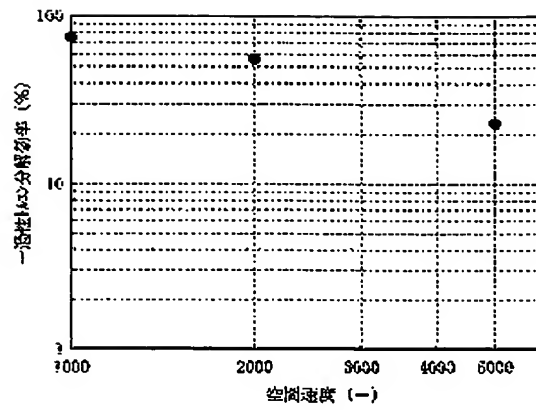
【図7】



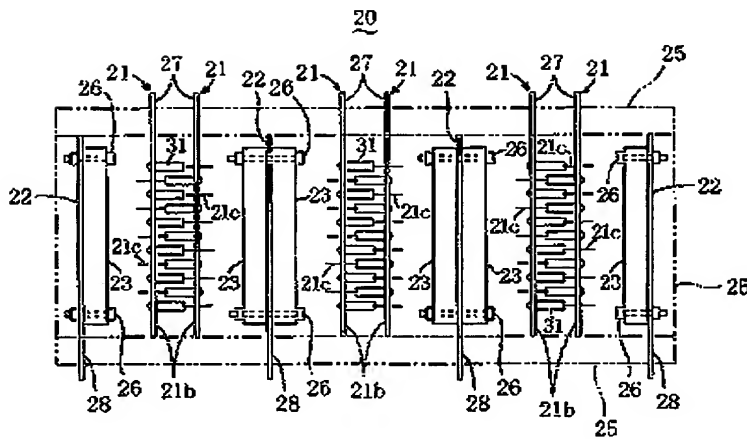
【図8】



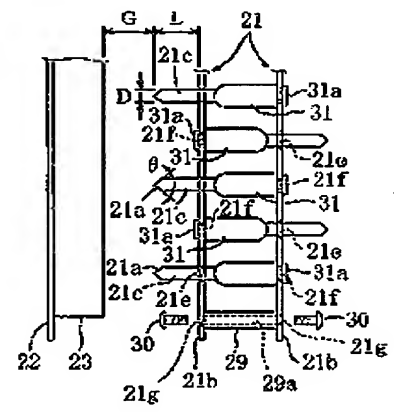
【図9】



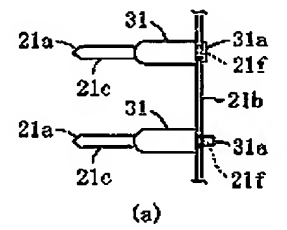
【図10】



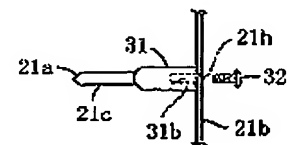
【図11】



【図12】



(a)



(b)

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	識別記号	F i	ページ (参考)
B 0 1 J	23/34	F 2 4 F	7/00 B
F 2 4 F	7/00	H 0 5 H	1/24
H 0 5 H	1/24	B 0 1 D	53/36 Z A B B
(72)発明者 香川 謙吉		F ターム (参考)	4C080 AA09 BB02 CC01 KK02 MM40
大阪府堺市金岡町1304番地	ダイキン工業		Q017
株式会社製鉄所金岡工場内			4D048 AA06 AA11 AA22 AB03 BA03X
(72)発明者 大久保 利一			BA19X BA28X BA30X BA36X
大分県大分市巨野原700番地			CD01 EA03
			4G059 AA03 AA11 BC43B BC62B
			BC66B CA07 CA17 EA19
			FB09
			4G075 AA03 BA01 BA05 BA06 BA08
			BD01 CA15 CA20 CA47 CA54
			DA02 EB21 EC21 EE12 FA01
			FA08